



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för stad och land



BLÅ-GRÖNA SYNERGIER

- att använda vegetation i dagvattenhanteringen
för att klimatanpassa Östra Gäddviken

Johanna Petersson och Sofia Sjödin
Avdelningen för landskapsarkitektur
Examensarbete vid landskapsarkitektprogrammet, Uppsala 2014

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala

Examensarbete för yrkesexamen på landskapsarkitektprogrammet

EX0504 Självständigt arbete i landskapsarkitektur, 30 hp

Nivå: Avancerad A2E

© 2014 Johanna Petersson, e-post: petersson_johanna@me.com

© 2014 Sofia Sjödin, e-post: sofia.sjodin@hotmail.com

Titel på svenska: Blå-gröna synergier - att använda vegetation i dagvattenhanteringen för att klimatanpassa Östra Gäddviken

Title in English: Blue-green synergies - the use of vegetation in stormwater management for climate resilience in Östra Gäddviken

Handledare: Kani Abu-Bakr, institutionen för stad och land

Examinator: Ulla Berglund, institutionen för stad och land

Biträdande examinator: Tuula Eriksson, institutionen för stad och land

Omslagsbild: Författarnas egna

Övriga foton och illustrationer: Av författarna om inget annat anges.

Samtliga bilder/foton/illustrationer/kartor i examensarbetet publiceras med tillstånd från upphovsman.

Originalformat: Liggande A3

Nyckelord: Stormwater management, vegetation, climate resilient, synergies, Östra Gäddviken

Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>

FÖRORD

Intresset för dagvattenhantering och urbana ekosystem väcktes då vi båda läste kurser i dessa ämnen vid Köpenhamns universitet hösten 2012. Den översvämning som drabbade Köpenhamns centrala delar 2011 hade tydligt satt sina spår i undervisningen trots att det endast var ett år sedan händelsen inträffade. Vi fick många nya idéer och intryck av hur man kan utforma städer på ett sätt som tar hänsyn till kommande klimatförändringar. Då klimatförändringarna är ett aktuellt ämne och ständigt återkommande i det mesta som rör utformningen av våra städer, ville vi under vårt examensarbete ta tillfället i akt att sammanställa och fördjupa kunskapen inom klimatanpassad dagvattenhantering. Efter- som landskapsarkitektens yrkesroll till stor del är praktisk ville vi också ta oss an ett pågående stadsbyggnadsprojekt där vi kunde applicera studierna i ett gestaltungsförslag.

Vi vill tacka Mattias Gustafsson och Christian Carlsson vid landskapsarkitektkontoret Urbio för att ha bidragit med ett spännande stadsbyggnadsprojekt, samt tips och vägledning vid arbetet med gestaltungsförslaget. Vi vill också tacka de som ställt upp för intervju och de som bidragit med värdefull kunskap som

fört vårt arbete framåt - Tom Ericsson, Institutionen för stad och land, SLU Ultuna, Eva Vall, Stockholm Vatten AB, Ida Niklasson, Kvarnholmen Utveckling AB, Birgitta Held Paulie, Nacka kommun och Clas Florgård, Institutionen för stad och land, SLU Ultuna. Sist men inte minst ett stort tack till vår handledare Kani Abu-Bakr som funnits där med kloka råd i vått och torrt!

Stockholm, 2014
Johanna Petersson och Sofia Sjödin

SAMMANFATTNING

Klimatanpassning är ett aktuellt ämne i dagens stadsplanering och en utmaning för både landskapsarkitekter och stadsplanerare. Klimatförändringarnas effekter är bland annat ökad nederbörd, stigande havsnivåer till följd en stigande medeltemperatur och ett mer extremt klimat överlag, vilket får konsekvenser för både ekosystem och städer. Den ökade nederbörden kommer ha en direkt påverkan på dagvattensystemet. Som landskapsarkitekt har man möjlighet att ta vara på dagvattnet genom att utforma mångfunktionella och variationsrika stadsmiljöer. I det här arbetet har vi studerat den naturliga vattenbalansens processer och hur dessa kan användas för att återskapa vattenbalansen i den urbana miljön, genom att kombinera lokal dagvattenhantering med vegetation. Syftet är att sammanställa och fördjupa kunskap i hur man kan använda vegetation i dagvattenhanteringen för att klimatanpassa stadsmiljöer, samt att genom ett gestaltungsförslag för dagvattenhanteringen i en stadsdel visa hur det i praktiken kan se ut. Arbetet är uppdelat i två delar, en bakgrundsstudie bestående av litteraturstudier och kvalitativa intervjuer samt en fallstudie. Fallstudien behandlar ett pågående stadsbyggnadsprojekt i Östra Gäddviken på Kvarnholmen i Nacka kommun, där vi gör ett gestaltungsförslag för dagvattenhanteringen i ett utvalt område av Östra Gäddviken. Östra Gäddviken är starkt präglad av sitt industriella arv, den dramatiska topografin och den omgivande skärgårdsmiljön. Området ligger i direkt anslutning till Svindersviken vilket gör det naturligt att låta dagvattnet att rinna av dit. Dock gör hårdare miljökrav och ett förändrat klimat att en klimatanpassad dagvattenhantering är något som särskilt behövs främjas. Då framtida exploatering gör att mängden förorenat trafikdagvatten ökar behövs rening av dagvatten samtidigt som mängden nederbörd ökar på grund av ett förändrat klimat, vilket innebär att dagvattnet också bör fördröjas innan det släpps ut i Svindersviken. I vårt gestaltungsförslag vill vi fördröja dagvattnet genom att leda det i en meandrande rörelse ner mot Svindersviken. Topografin gör att vi kan skapa en grönstruktur med en gradient från torrt till vått som ger upphov till olika biotoper där markfuktighet och

vegetation skiljer sig åt. Längs vattnets rörelsestråk placeras olika dagvattenelement och vegetation för att fördröja och rena vattnet. Genom att kombinera vatten, vegetation och design av öppna dagvattenelement, skapar vi synergieffekterna ökad biologisk mångfald och upplevelsevärden. När det kommer till kunskapen om specifika arter i valet av vegetation har vi kommit fram till att det är mindre relevant för vegetationens roll i dagvattenhanteringen i detta fall. Genom att se på vegetationen ur ett brett perspektiv kan man gestalta för att maximalt utnyttja de olika processerna transpiration, interception och infiltration. Att klimatanpassa innebär bland annat att ta hänsyn till klimatförändringarna, hantera de negativa konsekvenserna och dra nytta av möjligheterna. I vårt gestaltungsförslag kopplar vi klimatanpassningen till hantering av dagvattnet och visar hur de negativa konsekvenserna av klimatförändringarna, som ökad risk för översvämning kan hanteras genom att leda överskottsvattnet till de gröna ytorna. Dessa ytor är inspirerade av den naturliga vattenbalansen och utformade med passande dagvattenelement och vegetation. Där kan dagvattnet utnyttjas till att skapa synergieffekter som ökad biologisk mångfald och en rekreativ, estetiskt tilltalande miljö.

SUMMARY

Climate change adaptation and sustainable stormwater management has an important role in urban planning and development today and is a challenge for landscape architects and urban planners. The effects of climate change are an increase in rain events, rising sea levels due to an increased mean temperature, and a more extreme climate that has consequences on ecosystems and for our cities. There is a major risk of cities being flooded due to drained water streams, an increase in impervious surfaces, buildings that are located along waterfronts and sewer systems, which are not adapted to an increased amount of stormwater runoff.

This requires robust systems that could manage the consequences of climate change. In our thesis we strive to create balance within the urban water cycle by using sustainable urban drainage systems (SUDS). As Landscape architects we have the opportunity to use stormwater in the design of cities to create multifunctional and attractive cityscapes.

The purpose

Our objective is to compile and deepen the knowledge on how to use vegetation in stormwater management for making urban areas climate resilient, and also to give a proposal for how the stormwater management could be designed in an urban area.

The aim with our proposal is to illustrate how to mimic the natural water cycle in an urban area by combining vegetation with stormwater elements and by doing so adapt the stormwater management to climate change.

The following questions have been investigated:
-How can stormwater management become climate resilient and what vegetation could be used in combination with different stormwater elements?
-How can combining stormwater management with vegetation create synergies such as biodiversity and aesthetic

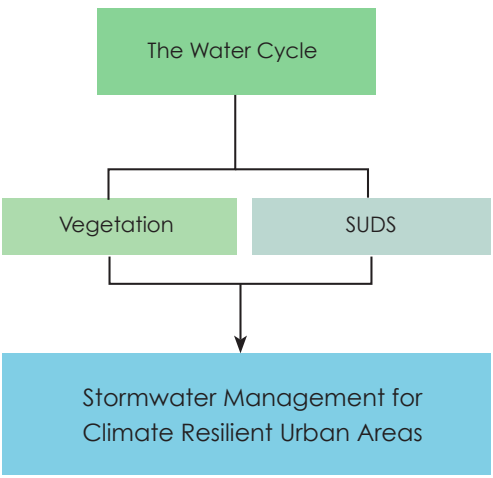
values?
-How can the stormwater management in Östra Gäddviken become climate resilient?

Method

Our thesis consists of literature studies and interviews together with a case study. The case study is an ongoing urban development at Östra Gäddviken in Kvarnholmen, situated in Nacka municipality. We have chosen an area within the developing project, in which we are doing our design proposal on stormwater management.

Part 1 - Background study

Vegetated areas are required to create stormwater detention and decrease the amount of stormwater runoff. The vegetation absorbs and infiltrates the water which reduces the runoff rate and the volume of water that reaches the recipient. To adapt cities to climate change one can mimic the natural water cycle by letting the precipitation be stored temporary, evaporate or conveyed to a local recipient.



The figure is a summary of Part 1. The natural water cycle process is an inspiration when using vegetation in stormwater management. By using this kind of stormwater management climate resilient urban areas could be created.

The natural water cycle

When it comes to the role of vegetation in the natural water cycle one refers to the processes of interception, infiltration and transpiration. If these are kept in mind while designing cities the restoration of the natural water cycle is enabled.

Vegetation adapted to a changing climate

In the design of green areas it is important to choose native plants and a robust plant material to minimize the risk of frost damage since the vegetation period will start earlier in spring. The increase in precipitation implies that vegetation used in SUDS-elements have to stand a temporary flooding. Therefore it is important to choose plant material that can abide such scenario. Since we are expecting an increase in mean temperature during summers plants also need to endure a longer period of drought.

Synergies

By combining water and vegetation opportunities for an increase in biodiversity are created. SUDS-elements such as green roofs, swales and wetlands are all important biotopes that support invertebrates, reptiles and mammals. Varied and naturalistic environments with vegetation and animals generate aesthetic values. Adding visible water surfaces attract birds and other animals which also fosters aesthetic and recreational values. The majority of the aesthetic values regarding vegetation are often connected to specific plant species and their location in the landscape, for example flowers, bark, fruits, leafs, fragrance, shape of the canopy or the visual direction in the landscape.

Stormwater elements

In our thesis we are describing stormwater elements for detention, infiltration, conveyance and treatment of the water runoff. We have chosen to solely describe those elements that could be combined with vegetation. These are wet basins, dry basins, rain gardens, swales and green roofs.

Part 2 - Case study

The case study area, Östra Gäddviken, is strongly cha-



The map shows the location of Östra Gäddviken and Kvarnholmen in Stockholm.

acterized by its industrial heritage and the surrounding archipelago. Six local plans have been developed for Kvarnholmen and Östra Gäddviken is the sixth and final. The area is situated next to the bay Svindersviken, which is the natural recipient for stormwater runoff. Strict environmental requirements and a changing climate increase the importance of a sustainable stormwater management in Östra Gäddviken. Since the area has a history of industrial use, both the land and the sediment in Svindersviken are highly contaminated today. All the industrial activity is phased out and the soil is now ready for remediation before further development. Despite remediation it is not permitted for the stormwater to infiltrate the ground and reach the groundwater. There area surrounding Svindersviken is rich in valuable nature, but not within the area of Östra Gäddviken. In the development program of Kvarnholmen there is a demand of preservation and development of green areas, since they have a significant role for the characteristic archipelago and in supporting biodiversity. The existing vegetation within the local plan of Östra Gäddviken are bare rocks with pine trees and old oaks.

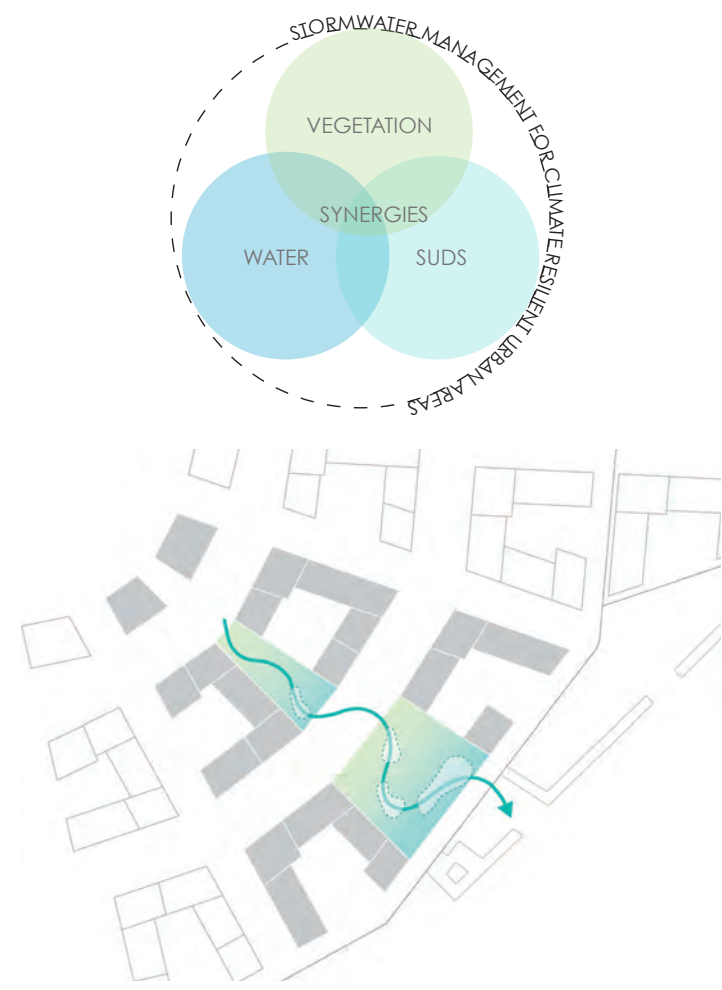
Stormwater management in Östra Gäddviken

In planning of stormwater management current and future land use ought to be considered. Today there are no requirements on purification of the traffic-runoff to Svindersviken, since it is a less sensitive recipient. Considering future development the amount of traffic will increase together with strict environmental requirements. This will require purification of the traffic-runoff as well as detention of the stormwater since the dramatic topography in the area increases the runoff rate. The municipality of Nacka has developed a Stormwater Policy constituting guidelines for stormwater management. In our design we have reached three of these guidelines by using SUDS. We have restored the natural hydrological cycle, adapted our design towards the contaminated runoff requirements as well as the sensitivity of the recipient and at last adapted our design to the expected climate change.



Design concept

Our design concept is Blue-Green synergies. By connecting stormwater movement and the design of stormwater elements with vegetation we create stormwater management adapted to climate change.



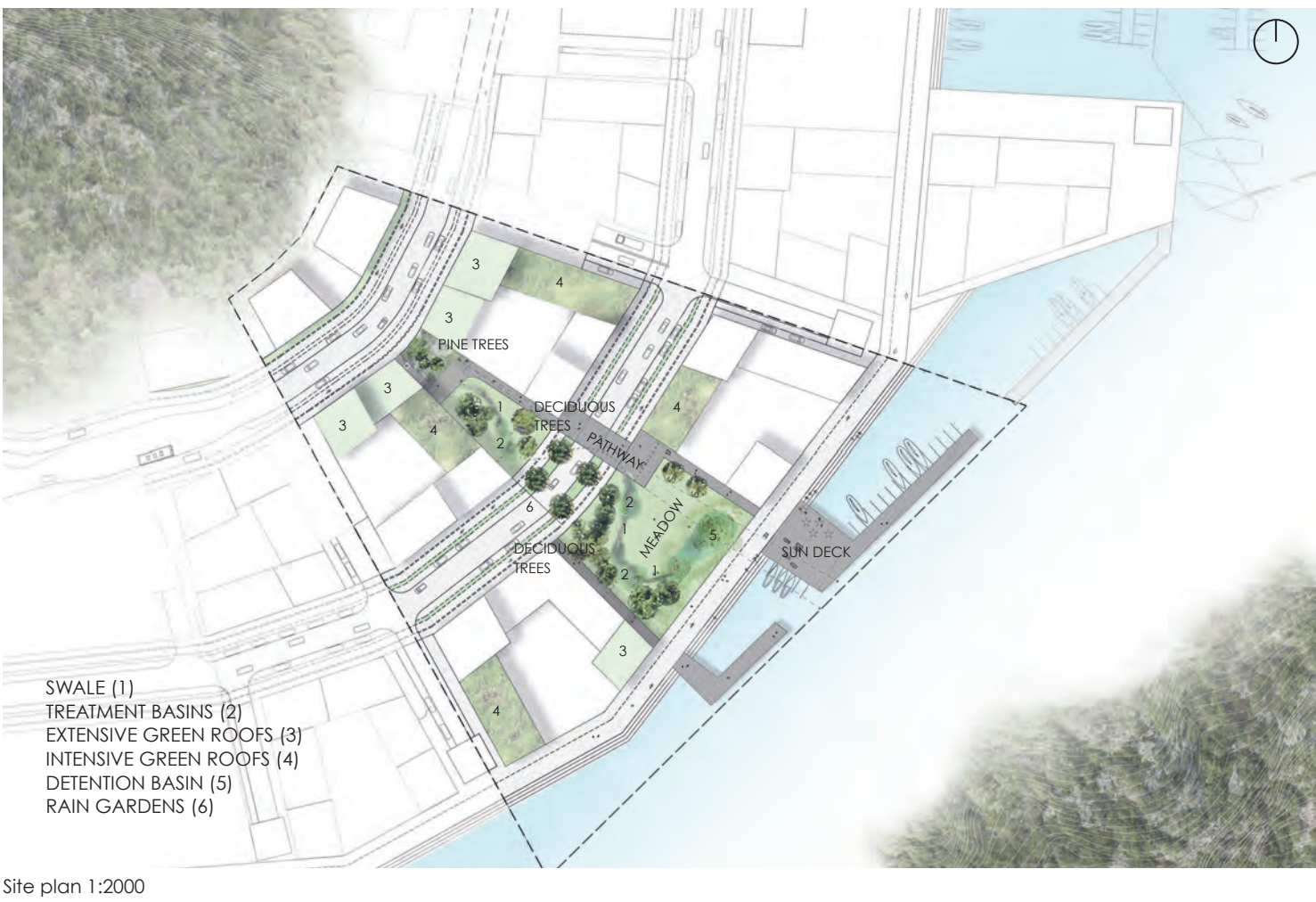
In our design we wish to detain the stormwater by convey it in a meandering course towards Svindersviken. The topography enables us to create a gradient from dry to wet, which creates biotopes where soil moisture and vegetation vary. Vegetated stormwater elements are placed along the meandering course to detain and treat the stormwater runoff. By combining water, vegetation and design of stormwater elements synergies such as biodiversity and aesthetic values are created.

Design proposal

In our design the stormwater is conveyed to the park in the middle of the district Östra Gäddviken. In combination with the vegetation various blue-green synergies are created. In the upper part of the park there are an area with bare rock and pine trees which connects the park to Finnberget. Where the terrain is lower a meadow with deciduous trees is spreading across the local street that runs through the park. The vegetation on the meadow is used to increase the interception. The lowest part of the park, close to Svindersviken is a wet meadow with fast growing willows to create a high transpiration of water. The wet meadow is designed for temporary flooding and planted

with vegetation that is adapted to these conditions. Native plants, whereof many from the surroundings, are used in the design proposal to support the local biodiversity.

A variation in soil humidity and diverse plantings support biodiversity and create biotopes that benefit reptiles, birds, mammals and invertebrates. The design proposal has a naturalistic character with variation in terrain and plant species, and the combination of water and vegetation adds aesthetic and recreational values.



Site plan 1:2000

Discussion and conclusion

Climate resilience in relation to stormwater management has been a central issue in our thesis. The definition of climate change adaptation made by Länsstyrelsen i Stockholms län (2011 p. 15) has a broad perspective concerning several issues on the subject of climate resilience which implies “*..to respect climate change, decrease the dependency on vulnerable systems, be able to handle the negative consequences and profit from the opportunities*”. We strive to apply this in our design by showing how negative consequences of climate change, such as the risk of flooding, could be handled by a controlled conveyance of the runoff towards green surfaces. In a well thought design with suitable stormwater elements green areas and vegetation could benefit from the runoff, and synergies could be created instead of letting the stormwater accumulate in places where it could cause damage on buildings and infrastructure.

In this thesis specific plant species seem less relevant since the role of vegetation in combination with stormwater management needs to be seen from a holistic perspective and with the natural water cycle in mind. A holistic perspective could mean that the vegetation is used in the design to utilize the different processes transpiration, interception and infiltration. These processes play an important role when it comes to combining vegetation and stormwater management. A more extreme climate in combination with the urban environment decrease the choice of vegetation suitable for these harsh conditions. To keep and support the existing biodiversity within the urban environment we need to create urban habitats and biotopes suitable for different kind of vegetation. There is a need for further research in the processes and structures of natural biotopes and how to mimic and apply them in the urban environment. This requires knowledge in ecology and biology hence enhancing the importance of cooperation between disciplines. During our work we have had time to consult and interview practitioners from different disciplines, being able to do that is crucial to achieve a sustainable stormwater management. We have had the opportunity to consult experts in plant physiology

and water management, municipalities, property owners and landscape architects with experience in sustainable city planning. With this thesis we hope to identify some of the challenges concerning climate resilience in relation to stormwater management, and to inspire landscape architects and municipalities to work further with climate change adaptation.

INNEHÅLL

INLEDNING	s. 9	DEL 1 - Bakgrund	s. 12	DEL 2 - Fallstudie Östra Gäddviken	s. 32	DISKUSSION	s. 57
Problembeskrivning		Klimatförändringar	s. 13	Kvarnholmen och Östra Gäddviken	s. 33	Arbetsprocessen	s. 58
Syfte och mål		Klimatförändringarnas konsekvenser för Sverige		Planeringsprocessen		Att arbeta två	
Frågeställningar		Klimatförändringar i Stockholmsregionen		Historia		Val av metod	
Avgränsning		Dagvattenhantering i urban miljö	s. 14	Klimat		Fallstudiens påverkan på arbetsprocessen	
Metod		Dagvattenhantering i planeringsprocessen		Grönstruktur och vegetation		Syfte och uppnått resultat	s. 58
Del 1 Bakgrund		Hantering av dagvatten som landskapsarkitekt		Kommunikationer		Återkoppling till frågeställningarna	
Del 2 Fallstudie Östra Gäddviken		Vattenbalans i naturlig och urban miljö	s. 15	Riktlinjer för dagvattenhantering i Nacka kommun		Reflektion kring fallstudien och gestaltungsförslaget	s. 59
Begrepp		Vegetation för att efterlikna den naturliga vattenbalansen	s. 16	Dagvattenhantering på Kvarnholmen		Planeringsprocessen	
		Interception		En närmare titt på Östra Gäddviken	s. 39	Teori kontra praktik	
		Infiltration		Kvarterstruktur		Framtidens klimatanpassning - förslag till fortsatt forskning	
		Transpiration		Solstudier		Slutord	s. 61
		Vegetation i ett förändrat klimat	s. 18	Riktlinjer för vidare arbete med gestaltungsförslaget	s. 41		
		Vegetation i kombination med dagvatten		Gestaltungsförslaget	s. 42	REFERENSER	s. 62
		Vegetation i urban miljö		Koncept		Intervjuer	
		Synergieffekter vid kombination av dagvattenelement och vegetation	s. 20	Dagvattenhantering		Figurförteckning	
		Biologisk mångfald		Design av dagvattenelement		Foton	
		Estetiska upplevelsevärden		Växtsamhällen som biotoper		Karta	
		Dagvattenelement	s. 22	Illustrationsplan		Bilagor	
		Fördröjningselement		Gröna tak			
		Infiltrationselement		Sektion Svackdike			
		Transportelement		Sektion Förbassäng			
		Avdunstningselement		Perspektiv			
		Sammanfattning bakgrund	s. 31	Sektion Regnträdgård			
				Sektion Tillfälligt våt bassäng			
				Perspektiv			

INLEDNING

Inledningen ger en introduktion till arbetet där vi börjar med att i korthet beskriva några av de utmaningar vi står inför vid klimatanpassningen och utformningen av dagvattenhanteringen i städer. Därefter beskrivs syftet med arbetet, de frågeställningar vi har arbetat efter, vilka avgränsningar vi gjort och hur vi har gått tillväga.

Problembeskrivning

Idag står vi inför en rad olika klimatförändringar. Några av dessa är ökad mängd nederbörd, stigande havsnivåer och förändringar i klimatextremer. Dessa förändringar har konsekvenser för naturens ekosystem, befintliga städer och uppbyggnaden av nya. Vid ökad och kraftigare nederbörd blir fler översvämningar ett faktum. Detta beror på att vattendrag och naturliga översvämningsområden har torrlagts, flertalet av våra avloppssystem är underdimensionerade, hus har byggts i områden där översvämningsskrisen är stor och den naturliga infiltrationen har minskat på grund av ökad andel hårdgjorda ytor.

Planeringen av städer ställer krav på motståndskraftiga och robusta system som står emot de konsekvenser klimatförändringarna bidrar till. Boverket (2010) menar att det är av stor vikt att vi skapar en vattenbalans i våra stadsmiljöer. Ett sätt att uppnå detta är att vid utformning och planering försöka efterlikna naturen och den naturliga vattenbalansen. Ett exempel på detta är lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), som även gör det möjligt att utnyttja regnvattnet i utformningen av stadsmiljöer istället för att leda bort det (Backhaus och Jensen 2010).

För att bibehålla den hydrologiska balansen (naturliga vattenbalansen) i nyexploaterade områden menar Florgård och Palm (1980) att man ska använda sig av vegetation i kombination med dagvattenhantering. De menar därmed att den urbana vegetationen har en viktig roll i återskapandet av den naturliga vattenbalansen och för att uppnå målet med klimatanpassningen av våra städer.

Som landskapsarkitekter arbetar vi med stadens gröna ytor, vilket inkluderar hantering av dagvatten. Det ger oss en möjlighet att skapa miljöer där den naturliga vattenbalansen efterliknas och därmed komma ett steg längre i klimatanpassningen av våra städer. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län (2011 s. 15) handlar klimatanpassningen om att:

“... ta hänsyn till klimatförändringarna, minska vårt beroende av sårbara system, kunna hantera negativa konsekvenser och samtidigt dra nytta av möjligheterna.”

Vad klimatanpassning av våra städer innebär diskuteras vidare i det här arbetet, där hanteringen av dagvatten är en viktig pusselbit. Då LOD ofta består av öppen dagvattenhantering och synliga element är dess design inte bara beroende av ingenjörer utan även av oss landskapsarkitekter. För att uppnå både en funktionell och klimatanpassad dagvattenhantering står landskapsarkitekter inför ett flertal utmaningar. Dessa har identifierats av Backhaus, Dam och B. Jensen (2011) som forskar om hållbar dagvattenhantering vid Institutionen för geovetenskap och naturförvaltning vid Köpenhamns universitet. De menar att det saknas information om vilka växter som kan anpassas efter det speciella habitat (växtmiljö) som ett dagvattenhanteringsmoment innebär, samt att det finns möjlighet att skapa synergieffekter i arbetet med dagvattenhantering.

Då vi båda har ett stort intresse för gestaltning av urbana miljöer började vi under hösten 2013 söka efter ett pågående stadsbyggnadsprojekt i ett tidigt skede där vi kunde arbeta med klimatanpassning och dagvattenhantering. Det var så vi kom i kontakt med platsen för arbetets fallstudie - Östra Gäddviken i Nacka kommun. I Östra Gäddviken har vi haft möjlighet att arbeta med gestaltning av både grönstruktur och dagvatten. Genom att göra ett gestaltungsförslag för dagvattenhanteringen i området vill vi fördjupa oss i de utmaningar som nämns ovan och därefter visa hur en klimatanpassad stadsdel kan se ut med fokus på vegetation och efterliknandet av den naturliga vattenbalansen.

Syfte och mål

Syftet är att sammanställa och fördjupa kunskapen om hur man kan använda vegetation i dagvattenhanteringen för att klimatanpassa stadsmiljöer, samt att genom ett gestaltungsförslag för dagvattenhanteringen i en stadsdel visa hur det i praktiken kan se ut.

Målet är att genom ett gestaltungsförslag visa hur man kan efterlikna och återskapa den naturliga vattenbalansen i en stadsdel genom att kombinera vegetation med olika dagvattenelement.

Frågeställningar

Hur kan man klimatanpassa dagvattenhanteringen och vilken vegetation bör användas i kombination med olika dagvattenelement?

Hur kan man uppnå synergieffekterna biologisk mångfald och upplevelsevärden vid gestaltning av dagvattenelement som inkluderar vegetation?

Hur kan man gestalta dagvattenhanteringen i stadsdelen Östra Gäddviken för att den ska bli klimatanpassad?

Avgränsning

Den tematiska avgränsningen är lokal dagvattenhantering med hjälp av vegetation i stadsmiljö. Inom ramen för dagvattenhantering undersöks vilka dagvattenelement som kan kombineras med vegetation. Valet av vegetation sker med hänsyn till effekten av klimatförändringarna och eventuella synergieffekter som kan uppnås vid användandet av vegetation i dagvattenhanteringen. De synergieffekter vi strävar efter är biologisk mångfald och upplevelsevärden. Vi har valt att inte behandla andra synergieffekter som kan uppnås, till exempel sociala eller ekonomiska värden.

Fallstudien som ligger till grund för gestaltningen är ett stadsbyggnadsprojekt i Östra Gäddviken, beläget i stads-

delen Kvarnholmen i Nacka kommun. Vårt gestaltungsförslag visar endast *dagvattenhanterings* utformning och är därför inte ”komplett”. Det innebär att vissa funktioner saknas, till exempel kan det sociala perspektivet utvecklas i vidare arbete med ett gestaltungsförslag för utemiljön i Östra Gäddviken.

Metod

Arbetet delas upp i två delar där Del 1 består en bakgrund av litteraturstudier och kvalitativa intervjuer. Del 2 består av fallstudien Östra Gäddviken, där bakgrunden testas i ett pågående stadsbyggnadsprojekt. Dessa beskrivs närmare nedan.

Del 1 Bakgrund

I bakgrunden har vi sammanställt och analyserat litteratur som behandlar effekten av klimatförändringarna i urban miljö, olika dokument från myndigheter om dagvattenhantering, vattenbalans i den naturliga och den urbana miljön, vegetation kopplat till dagvattenhantering och ett förändrat klimat, samt biologisk mångfald och upplevelsevärden kopplat till dagvattenhantering.

Som komplement till litteraturstudierna gjordes kvalitativa intervjuer med sakkunniga inom dagvattenhantering och botanik. Syftet med intervjuerna var att få information om hur klimatförändringarna påverkar dagvattenhanteringen i Stockholm, hur man kan arbeta för att klimatanpassa dagvattenhanteringen, vilken vegetation som passar att använda i olika dagvattenelement och i ett förändrat klimat, samt betydelsen av växternas fysiologi för deras användbarhet i dagvattenhantering. Dessutom ville vi skaffa oss mer kunskap om platsen för vår fallstudie - vart i processen projektet befann sig och vad som ansågs som viktigast för dagvattenhanteringen i Östra Gäddviken. Intervjuer har gjorts med en projektledare på Stockholm Vatten AB med erfarenhet av miljö, mark och vatten, en universitetslektor och fil.dr i botanik vid SLU Ultuna, en projektledare vid Kvarnholmen Utveckling AB och

en programansvarig för miljöbevakning vid Nacka kommun. De tre förstnämnda respondenterna intervjuades genom ett personligt besök på deras arbetsplats och den sistnämnda per telefon. Vid intervjuerna användes ett frågeformulär som konstruerades utifrån frågeställningarna i arbetet och respondentens kunskapsområde (Harboe 2013), se bilaga 2. Inför intervjuerna skickades ett informationsbrev ut som ytterligare förklarade bakgrunden och syftet med studien (Harboe 2013). Intervjuerna genomfördes som samtalsintervjuer vilket innebar att respondenten fick utrymme att tala fritt för att vi skulle kunna få en djupare förståelse för respondentens erfarenheter och tankar. Intervjuerna skedde med frågeformuläret som stöd. Resultatet av intervjuerna har använts fortlöpande i arbetet.

Del 2 Fallstudien Östra Gäddviken

Fallstudien Östra Gäddviken och gestaltningsförslaget för dagvattenhanteringen utgår ifrån kunskap inhämtad från Del 1, platsens fysiska förutsättningar samt litteraturstudier om Östra Gäddviken. Litteraturstudierna har behandlat *Program för detaljplaner Kvarnholmen, Hästholmsundet och Östra Gäddviken* (Nacka kommun 2005) och det *gestaltningsförslag* som landskapsarkitektkontoret Urbio gjort för Östra Gäddviken. Urbio är ett kontor som är inriktade på hållbar stadsutveckling med erfarenhet inom dagvattenhantering. De har försett oss med underlag från fallstudien och fungerat som bollplank.

Gestaltningsprocessen har bestått av metoderna platsanalys, konceptutveckling, skiss, flödesberäkningar och dimensionering av dagvattenelement.

Begrepp

Biologisk mångfald - är variationsrikedomen bland levande organismer och deras tillhörande ekologiska komplex. Termen innefattar mångfalden av ekosystem, mellan arter och inom arter (Stockholms läns landsting (SLL) 2013).

Biotop - “En biotop är en biologisk term för en typ av livsmiljö, med naturliga gränser, där vissa växter och djur hör hemma. Biotopens speciella egenskaper gör att vissa organismer trivs bättre än andra”. (Jordbruksverket u.å)

Dagvatten - Enligt Tekniska nomenklaturcentralen är dagvatten tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på ytan av mark eller konstruktion, t ex regnvatten, smältvatten, spolvatten och framträngande grundvatten. (Nacka kommun 2008)

Fördröjning - Inom ramen för detta arbete syftar fördröjning till att minska belastningen av dagvatten på recipient och avloppssystem. Fördröjning kan uppnås vid användning av olika dagvattenelement, dessa är antingen våta eller torra (Backhaus och B. Jensen 2010).

Infiltration - Vattnets inträngning i markytan (Nacka kommun 2008)

LOD -“Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) innebär att man försöker efterlikna naturens sätt att ta hand om dagvattnet genom avdunstning, fördröjning och infiltration i marken .” (Nacka kommun 2008 s. 16)

Recipient - Mottagande vattendrag eller hav (Boverket 2010 s. 44)

Resilient - är ett system som har en förmåga att hantera förändring och besitter förmåga att buffra mot olika typer av störningar, till exempel klimatförändringar, utan att viktiga funktioner hos systemet går förlorat (SLL 2013).

Synergi - ”Samverkan mellan två eller flera faktorer som, positivt eller negativt, påverkar en process på ett sådant sätt att den sammanlagda verkan av faktorerna blir större än summan av verkningarna av faktorerna var för sig” (NE 2014).

Vattenbalans - Vattenbalans i ett avrinningsområde betyder att nederbörd lagras tillfälligt, avdunstar eller rinner av (Boverket 2010 s. 36).

DEL 1 - Bakgrund

I den här delen beskrivs klimatförändringarna utifrån ett globalt, regionalt och lokalt perspektiv. Därefter beskrivs klimatförändringarnas effekter på dagvattenhanteringen i urbana miljöer. Hur dagvatten hanteras i urbana miljöer, den naturliga kontra den urbana vattenbalansen samt hur vegetation kan användas för att ta hand om dagvattnet beskrivs sedan. Därefter behandlas synergieffekterna biologisk mångfald och upplevelsevärden som kan skapas då man använder vegetation i dagvattenhanteringen. Till sist beskrivs de dagvattenelement som kan kombineras med vegetation. Dessa är fördröjnings-, infiltrations-, transport- och avdunstningselement.

Klimatförändringar

FN:s klimatpanel, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), gav 2013 ut en ny version gällande klimatförändringar som innehåller nya bevis för vad som påverkar klimatförändringar (IPCC 2013 s. 4). De menar att både naturliga och antropogena processer har inverkan på klimatförändringar och att den antropogena påverkan på klimatet är ett faktum (IPCC 2013 ss. 15-19). Effekterna består bland annat av ökad uppvärmning av atmosfären och havet, förändringar i vattnets kretslopp, mindre mängd av snö och is, stigande havsnivåer och förändringar i klimatementremer. Det är dessa effekter vi måste ta hänsyn till vid klimatanpassning. IPCC definierar klimatanpassning som:

“Adaption refers to adjustments in ecological, social, or economic systems in response to actual or expected climatic stimuli and their effects or impacts. It refers to changes in processes, practices, and structures to moderate potential damages or to benefit from opportunities associated with climate change.”

(Nationell plattform 2010 s. 39)

Med klimatanpassning menar IPCC alltså anpassning av ekologiska, sociala och ekonomiska system i relation till pågående och förväntade klimathändelser samt deras effekter och påverkan. Detta är relaterat till förändringar i processer, utförande och strukturer för att motverka potentiella skador eller att dra nytta av möjligheter som är kopplade till klimatförändringarna.

Klimatförändringarnas konsekvenser för Sverige

Nationell plattform är en organisation för arbete med naturolyckor där 19 myndigheter och organisationer samverkar. År 2010 tog man fram rapporten *Klimatanpassning i Sverige - en översikt* som behandlar nuläget kring klimatanpassning på nationell, regional och lokal nivå (Nationell plattform 2010 s. 11). Där framgår det att effekterna av klimatförändringarna har konsekvenser för både samhälle och ekosystem. I rapporten *Mångfunktionella ytor* av

Boverket (2010 ss. 36-37) beskrivs klimatförändringarnas effekter på samhället och hur städer kan planeras för att bli mer robusta och motstå effekter som ökad nederbörd samt ökade intensiva regn med stora volymer. En slutsats är att vattenflödena kommer förändras avsevärt och dagvattenhanteringen ställas inför nya utmaningar. Boverket påpekar vidare att det finns ett behov av kombinerade lösningar som hanterar översvämningsproblematik i större skala och fördröjer dagvattnet samtidigt som det renas. En av svårigheterna som utpekats med öppen dagvattenhantering är att det saknas kvantitativ kunskap om grönstrukturens kapacitet att fördröja vatten. Länsstyrelsen i Stockholms län (2011) skriver om dessa effekter i sin rapport *Stockholm – varmare, blötare* och lyfter även det faktum att medeltemperaturen förväntas öka med 4 till 6 grader celsius vid slutet av seklet.

SMHI klimatdata (2014) har gjort flera klimatstudier som också visar att nederbörden i Sverige förväntas öka med mellan 10-20 procent under det närmsta seklet jämfört med referensperioden år 1961-1990. Svenskt Vatten Utveckling (SVU) (2011 s. 10) menar att om scenarierna om ökad nederbörd stämmer kommer det ha direkt påverkan på dagvattenssystemet. Det betyder att vid kraftiga regn blir översvämningar ett faktum som måste hanteras i ett större perspektiv genom att bland annat minimera konsekvenserna. Risker för översvämningar gäller alla landsdelar i Sverige, speciellt de problem som orsakas av lokala skyfall och som främst drabbar dagvattenssystem och infrastruktur (Statens offentliga utredningar (SOU) 2006). Vidare framkommer det att frekvensen och intensiteten av lokala skyfall kan komma att öka vilket blir ett problem för miljön och för vattenförsörjningen. När det gäller översvämningar som uppstår på grund av ihållande regn eller snösmältning berörs särskilt områden nära vattendrag och dessa finns i hela landet (SOU 2006). Ytterligare faktorer som ökar risken för översvämningar är att våra avloppssystem är underdimensionerade, vattendrag och naturliga översvämningsområden har torrlagts, hus har byggts i områden där översvämningsrisken är hög och

den naturliga infiltrationen har hindrats av hårdgjorda ytor (Boverket 2010 s. 36). Boverket understryker att det krävs handfasta åtgärder för att mildra de konsekvenser som blir till följd av översvämningar.

Klimatförändringar i Stockholmsregionen

Enligt SMHI:s klimatanalys (SMHI klimatdata 2014) förväntas årsnederbörden i Stockholmsregionen att öka med 25-30 procent mellan åren 2071-2100 i jämförelse med 1971-2000. I en klimat- och sårbarhetsanalys av Länsstyrelsen i Stockholms län (2011 s. 42) beskrivs de risker och utmaningar som måste tas hänsyn till i planering av Stockholm. De som nämns är översvämning till följd av höga flöden i vattendrag, risker för ras och skred till följd av ökad nederbörd samt stigande havsnivåer som förväntas påverka hela länets kust. Vidare påpekas att dessa risker och utmaningar är extra stora för Stockholm som växande region, då behovet av bostäder och infrastruktur är mycket stort i hela Stockholms län. Länet har för närvarande över två miljoner invånare och befolkningen fortsätter att öka, vilket i sin tur skapar ett ökat exploateringstryck för bostäder, verksamheter och infrastruktur.

I Stockholm är strandpartierna en stor tillgång för invånarna och en viktig del av stadens identitet (Stockholm stad 2010 s. 12). Det pågår ständigt omvandling av tidigare hamn- och industriområden till nya vattennära stadsdelar, samt förtätning i de centrala delarna i Stockholms län, vilket ger sociala, ekologiska och ekonomiska fördelar. Dessa områden måste också klara att hantera klimatförändringarna (Stockholm stad 2010 s. 12). Boverket (2012 s. 11) poängterar vikten av att den fysiska planeringen och utvecklingen ska göras med hänsyn till kommande klimatförändringar:

”Konsekvenserna av väderrelaterade händelser i storstadsregionerna kommer att bli större om koncentrationen av befolkningen till dessa områden ökar. Det är därför helt avgörande att den fysiska planeringen och utvecklingen av dessa områden görs med hänsyn till kommande förändringar i klimatet”

Sammanfattning

Effekten av klimatförändringarna består av ökad uppvärmning av atmosfären och havet, förändringar i vattnets kretslopp, mindre mängd snö och is, stigande havsnivåer och förändringar i klimatementremer. IPCC menar att klimatanpassning är anpassning av ekologiska, sociala och ekonomiska system för att motverka potentiella skador och ta vara på möjligheterna kring klimatförändringarna. Effekterna av klimatförändringarna har konsekvenser för både samhälle och ekosystem. Städer bör bli mer robusta för att motstå effekter som ökade intensiva regn med stora volymer, stigande havsnivåer och ökad medeltemperatur.

I Sverige förväntas nederbörden öka mellan 10-20 procent under det närmsta seklet. Ökad nederbörd kommer att ha direkt påverkan på dagvattenssystemet. Kraftiga regn bidrar till översvämning och måste hanteras ur ett större perspektiv för att mildra skador på dagvattenssystem och infrastruktur. Andra orsaker till översvämning är att avloppssystem är underdimensionerade, exploatering sker där översvämningsrisken är stor och ytor hårdgörs. I Stockholmsregionen förväntas årsnederbörden öka med 25-30 procent. Risker och utmaningar som måste tas hänsyn till i planeringen är översvämningar, risk för ras och skred på grund av ökad nederbörd samt stigande havsnivåer. Det höga exploateringstrycket ökar behovet av åtgärder. Den fysiska planeringen och utvecklingen måste därför anpassas till klimatförändringarna.

Dagvattenhantering i urban miljö

En avgörande faktor för hur vattnet rör sig i staden är sammansättningen av mark, vegetation och öppna vatten- ytor (Delshammar och Fors 2010). Vid exploatering av nya områden är det av stor vikt att kommunen har en god överblick av de avloppssystem som finns för att kunna hantera en ökad tillförsel av dagvatten (Länsstyrelsen i Stockholms län 2011 ss. 65-66). Avloppsnätets uppbygg- nad före 1950-talet bestod av ett *kombinerat system* där både dag- och dränvatten från regn och smältsnö, samt spillvatten från hushåll togs om hand i samma ledning. Att leda dagvattnet och spillvattnet i separata ledningar, *dupli- katsystem*, blev vanligt först efter 1950-talet. Vid regn som ger upphov till ett så stort flöde att bräddning måste ske släpps orenat vatten direkt ut i recipienten vid tillämpning av ett duplikatsystem, medan det svämmas över i avlopps- brunnarna vid användning av ett kombinerat system. Dessa konventionella avloppssystem är dimensionerade efter ett 10-års regn, vilket inte är tillräckligt för att klara extrema väderhändelser, så när man bygger nytt ska man tänka så långt som möjligt¹. Enligt Boverket (2010 s. 35) leds alltför stora mängder vatten till VA-nät och recipien- ter och behovet av att hitta andra lösningar som fördröjer dagvatten är därmed stort.

Användning av lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) på kvartersmark bidrar till att fördröja vattnets flöde och minska belastningen på avloppssystemet vid normalregn (Boverket 2010 s. 40). LOD innebär att reg- net tas om hand på plats, vilket både bidrar till att uppnå en naturlig vattenbalans och gör det möjligt att utnyttja regnvattnet istället för att bara leda bort det (Backhaus och Jensen 2010). Enligt Backhaus och Jensen baseras LOD främst på två mekanismer - fördröjning och infiltra- tion. Dessa mekanismer kan tillämpas genom användning av gröna tak, vegetation på marken och infiltrationsytor. Boverket (2010) menar att vid extrema situationer är dessa åtgärder dock inte tillräckliga utan då krävs ytterligare insatser som avledning av vattnet till en tillfällig översvä- mningszon, till exempel en fotbollsplan. En hållbar dagvat- tenhantering består oftast av öppna eller delvis öppna sys-

tem som utnyttjar naturens sätt att ta hand om dagvatten, det vill säga genom infiltration, perkolation, ytavrinning och långsam dränering i öppna system som dammar eller våtmarker (Stahre 2008). Hållbar dagvattenhantering delas in i fyra kategorier:

“*Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)*” - småskalig dagvattenhantering på privat mark, kan vara gröna tak, infiltration i gräsmattor, regnträdgårdar eller dammar.

“*Fördröjning nära källan*” - småskalig dagvattenhan- tering på offentlig mark (kommunägd mark), kan vara permeabla material i gatubeläggningar, regnträdgår- dar, ytor designade för översilning.

“*Trög avledning*” - är olika öppna system för transport av dagvattnet, till exempel swales (svackdiken), diken, bäckar eller åar.

“*Samlad fördröjning*” - består av storskaliga faciliteter, till exempel stora dammar, våtmarker eller sjöar, för tillfällig hantering av dagvattnet i de nedersta delarna av ett avrinningssystem.

(Stahre 2008)

Dagvattenhantering i planeringsprocessen

Genom att integrera dagvattenhantering i tidiga skeden av planeringen kan en hållbar dagvattenhantering imple- menteras med relativt små medel (Delshammar och Fors 2010). Om dagvattenhanteringen kommer in i processen innan placering av bebyggelse planeras kan topografin och geologin i området utnyttjas för att identifiera lämp- liga platser för öppna dagvattenlösningar (Länsstyrelsen i Stockholms län 2011 s. 67). Öppna dagvattenlösningar minskar belastningen på avloppssystemen samtidigt som de kan ge rekreativa och estetiska värden. Vattnet i öppna system kan både vara till för- och nackdel i den rekreativa strukturen i en stad. Det kan skapa barriärer och minskad tillgänglighet, men å andra sidan är vatten ett uppskattat element i boendemiljöer och kan bidra till olika typer av upplevelsevärden, därför är det viktigt att planera så att olika funktioner kan tillgodoses (Delshammar och Fors

2010 s. 13). Boverket (2010 s. 67) skriver att det dag- och dräneringsvatten som leds bort från ett område inom en detaljplan enligt lag ska tas hand om av kommunen som blir ansvarig för att ordna med avlopp som säkerställer människors hälsa eller med hänsyn till miljön (lagen om allmänna vattentjänster). Vidare skriver de att kommunen vanligtvis lämnar över ansvaret om dagvattenhantering till den enskilda fastighetsägaren genom att krav ställs på att använda LOD. Om LOD tillämpas är det viktigt att klargöra att det är fastighetsägarens ansvar och det måste då finnas förutsättningar för att genomföra LOD inom fastigheten. Stahre (2008) påpekar att den öppna dagvat- tenhanteringen är en integrerad del i stadsmiljön och mås- te planeras därefter, vilket betyder att experter från olika discipliner måste involveras. Han menar att samarbetet mellan landskapsarkitekter, planarkitekter, VA-ingenjörer, kommuner, fastighetsägare med flera är en utmaning.

Dagvattenhantering för landskapsarkitekter

Enligt Backhaus, Dam och Jensen (2011) anses land- skapsarkitekter och stadsplanerare vara huvudaktörer för implementering av hållbar dagvattenhantering i den urbana miljön. För att uppnå en funktionell och klimat- anpassad dagvattenhantering menar författarna att man som landskapsarkitekt står inför en rad utmaningar. I ett designexperiment utfört på landskapsarkitekter fram- kommer att det saknas kunskap om vilka växter som kan anpassas efter det speciella habitat som ett dagvattenhan- teringselement innebär. Vidare påpekar Backhaus, Dam och B. Jensen att möjligheten att skapa synergieffekter i dagvattenhantering är stor och variationsrik. Utmaning- en är att inkludera många olika funktioner i ett element utan att överdriva så att de naturliga kopplingarna med den omgivande miljön går förlorade. Det framgick även i experimentet att eftersom vatten är ett attraktivt designe- lement önskas ofta gestaltning av öppna vattenytor, men att det är viktigt att hitta en balans mellan dramatiseringen av vatten och dess användning för andra funktioner. De understryker det faktum att:

“*Dagvattenelement är gröna, inte blå, större delen av tiden*”.

(Backhaus, Dam och B. Jensen 2011)

Designexperimentet och studien visade att landskapsarki- tektens vana att ta sig an och lösa komplexa problem var en bra utgångspunkt för att kombinera de många aspekter som utformandet av dagvattenelement innebär.

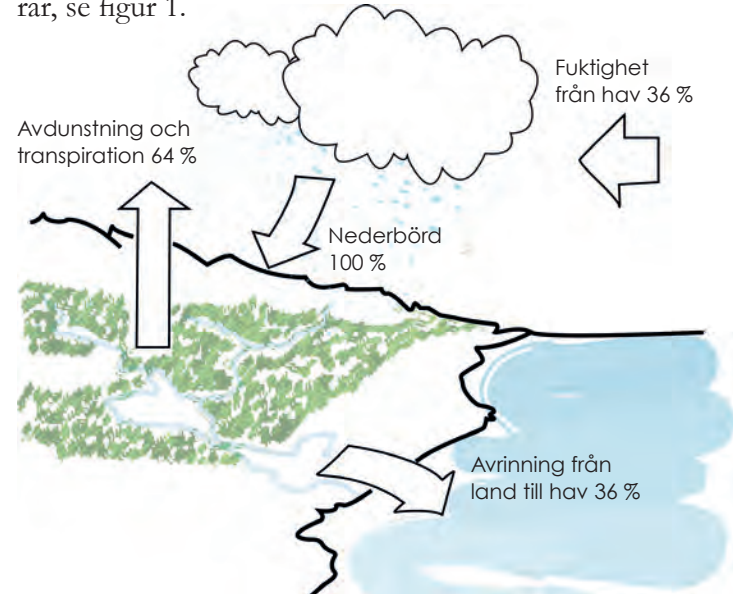
Sammanfattning

Alltför stora mängder vatten leds idag till VA-nät och re- cipienter och behovet av att hitta andra lösningar är stort. De konventionella avloppssystemen är dimensionerade efter ett 10-års regn, vilket inte är tillräckligt för att klara extrema väderhändelser. Att använda sig av LOD och öppna system bidrar till att fördröja vattnets flöde och minska belastningen på avloppssystemet och mängden vatten som når recipienterna. Det innebär också att regnet kan tas om hand på plats, vilket både bidrar till att uppnå en naturlig vattenbalans och gör det möjligt att utnyttja regnvattnet istället för att bara leda bort det. Vanligtvis ställer kommunen krav på fastighetsägaren att använda sig av LOD. Den öppna dagvattenhanteringen är en integre- rad del i stadsmiljön och måste planeras därefter, vilket betyder att experter från olika discipliner måste involveras. Landskapsarkitekter och stadsplanerare anses vara huvud- aktörer för implementering av hållbar dagvattenhantering, men står inför en rad utmaningar, bland annat när det gäller vilka växter som kan passa ihop med olika dagvatte- nelement samt att ta vara på möjligheten att skapa syner- gieffekter.

¹ Eva Vall, Projektledare vid Stockholm Vatten AB. Intervju 12 mars 2014.

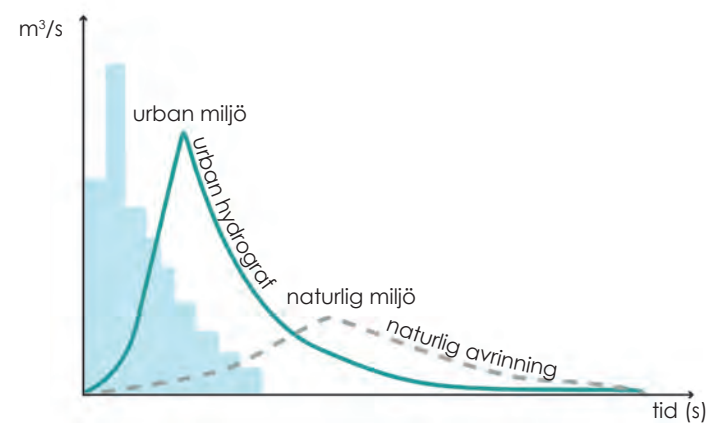
Vattenbalans i naturlig och urban miljö

I rapporten *Vegetationen i dagvattenhanteringen* skriver Florgård och Palm (1980 ss. 10-39) att naturområden fungerar som utjämnare av flödestoppar och minskar vattnets avrinningshastighet. De menar att genom vegetationens vattenupptagning minskar mängden vatten som når recipienten. Vidare skriver det att vid nederbörd avdunstar en del vatten direkt från grenar och blad, sammanlagt går 64 procent tillbaka till atmosfären genom att växtrötterna tar upp vatten ur jorden som sedan avdunstar och transpirerar, se figur 1.



Figur 1. Figuren visar vattnets naturliga kretslopp där största delen av nederbörden över land avdunstar åter till atmosfären. Efter Florgård och Palm.

Vidare menar Florgård och Palm att naturens ytavrinning vid kraftig nederbörd oftast inte är särskilt stor då allt till största del infiltrerar. När jordprofilen är mättad fylls istället grundvattnet på, vilket normalt bara sker under vår och höst på vegetationsklädda ytor. De påpekar att växternas vattenupptagning under vegetationsperioden är så stor att all nederbörd kan bindas i jorden ovan grundvattnet. I urbana miljöer skiljer sig förutsättningarna för de hydrologiska processerna markant från de i en naturlig miljö eftersom de hårdgjorda ytorna utesluter infiltration vilket ökar volymen dagvatten dramatiskt (Fletcher, Andrieu och Hamel 2012), se figur 2.



Figur 2. Hur avrinningsflödena skiljer sig mellan den urbana och den naturliga miljön. Efter B Jensen 2012.

Även de gröna ytorna i urban miljö har ett annorlunda avrinningsmönster än det naturliga tack vare borttagning av det översta jordlagret och kompaktering vid byggnationer, och dessutom innehåller de ofta rör och ledningar som kan fungera dränerande (Fletcher, Andrieu och Hamel 2012). Exploatering av nya bebyggelseområden och förtätning av städer gör att mängden hårdgjorda ytor ökar ytterligare vilket resulterar i en ökad mängd avrinning (Nacka kommun 2008 s. 4). I ruta A visas hur exploatering påverkar den hydrologiska balansen i området runt om.

A. Exploaterings påverkan på den hydrologiska balansen.

- minskad infiltration och grundvattenbildning
- snabbare avrinning, ökade flödestoppar
- förorenat vatten
- ändrade avdunstningsförhållanden (beroende på mer eller mindre vegetation)
- lokala hydrologiska förändringar som uppdämning av vatten och avskärning av markvattenströmmar (Florgård och Palm 1980 ss. 12-21)

När vattnet inte kan infiltrera i marken på ett naturligt sätt skapas problem - dagvattnet kan föra med sig föroreningar till sjöar och vattendrag om det inte hinner renas innan, dessutom kan grundvattennivån sjunka om allt vatten leds bort genom dagvattennätet vilket i värsta fall leder till sättningar i marken (Örebro kommun 2010). De pågående klimatförändringarna ökar mängden dagvatten ytterligare vilket också ökar risken för översvämning på grund av överbelastning av dagvattensystemen (Nacka kommun 2008 s. 4). Flera av de ovan nämnda problemen kan minskas om man försöker efterlikna vattnets naturliga kretslopp och ta hand om dagvattnet på plats (Örebro kommun 2010). Att det råder vattenbalans i ett avrinningsområde betyder att nederbörden över ett område antingen lagras tillfälligt, avdunstar eller rinner av (Boverket 2010 s. 36). Vegetation kan användas för detta då den avdunstar infiltrerat vatten och gör att mindre dagvatten leds bort och belastar recipienter (Florgård och Palm 1980 ss. 12-21).

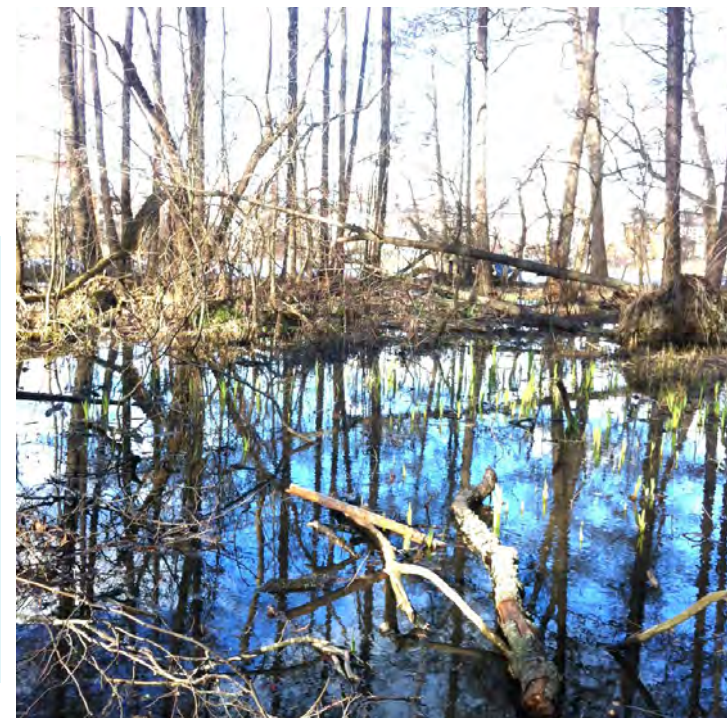


Foto 1. Bilden visar hur vattnet lagras tillfälligt i naturen för att avdunsta och rinna av till närliggande recipient.

Sammanfattning

Användning av vegetation minskar dagvattnets avrinningshastighet och den mängd vatten som når recipienten. I naturen sker nästan ingen ytavrinning under vegetationsperioden, det mesta infiltrerar eller avdunstar direkt från grenar och blad. Är jordprofilen mättad fylls grundvattnet på. Hydrologiska processer i urban miljö skiljer sig från de i naturlig miljö. Hårdgjorda ytor utesluter infiltration vilket gör att avrinningshastigheten och volymen dagvatten ökar.

Gröna ytor i urban miljö har ett annorlunda avrinningsmönster än naturliga på grund av kompaktering av översta jordlagret, rör och ledningar som dränerar. Exploatering ökar antalet hårdgjorda ytor, vilket ökar avrinningen. Vid utebliven infiltration kan dagvattnet föra med sig föroreningar då det inte hinner renas. Pågående klimatförändringar ökar mängden dagvatten ytterligare och dagvattensystemen blir överbelastade. Effekterna av klimatförändringarna kan minskas genom att efterlikna vattnets naturliga kretslopp och uppnå vattenbalans.

Vegetation för att efterlikna den naturliga vattenbalansen

Florgård och Palm (1980 s. 12) skriver i sin rapport om vegetationens betydelse för det hydrologiska kretsloppet. De tar upp några exempel som styrker vikten av att använda vegetation för att uppnå en vattenbalans mer lik den naturliga, se ruta B. De skriver att den naturliga vattenbalansen bygger på processerna interception, infiltration och transpiration som beskrivs utförligare nedan.

B. Vegetationens betydelse för att uppnå en vattenbalans som liknar den naturliga

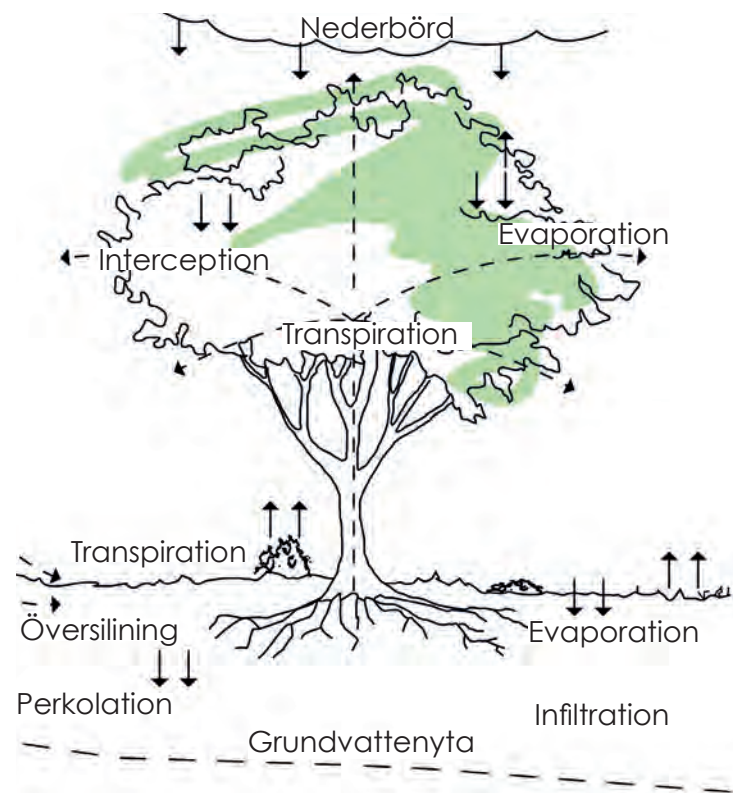
- *Interception* - minskar mängden nederbörds-vatten som når markytan
- *Direkt infiltration* - ökar markens förmåga att ta emot vatten
- *Fördröjd infiltration* - ökar markens förmåga att magasinera vatten och tas upp av växten
- Minskar ytavrinningen

Florgård och Palm (1980 ss. 12-21) menar att användandet av vegetation bidrar till att mindre dagvatten behöver ledas bort och belasta recipienter eller avloppssystem. Det kan innebära att behålla befintliga träd på platsen, liksom nyetablering av träd och annan vegetation som minskar den totala avrinningen. En vegetationsklädd yta har ungefär 10 gånger mindre vattenavrinning jämfört med en icke genomsläpplig yta (Boverket 2010 s. 37). Att använda vegetation för att återställa den hydrologiska balansen är en utmaning men också en möjlighet enligt Stadsbyggnadskontoret Stockholm (2012 s. 24):

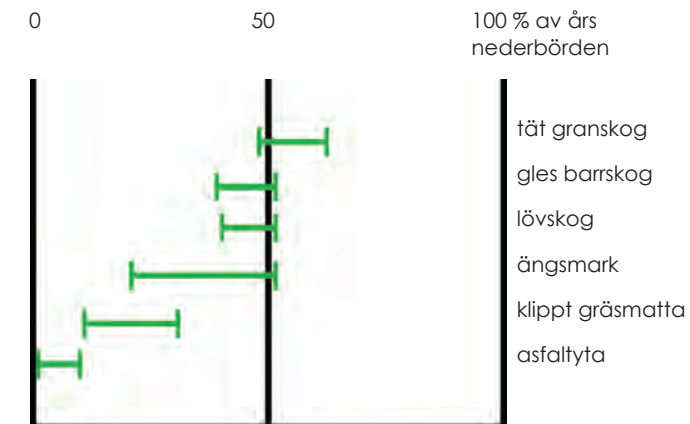
"Utmaningen består i att skapa lokala kretslopp där dagvattnet antingen tas upp direkt av vegetation eller leds till dammar, diken, vattenmagasin etc. som inte har kontakt med grundvattnet. Dessa vattensamlingar kan då bidra till att försörja vegetation under torrperioder samt ha en funktion för lokalt växt- och djurliv som är knutet till vattenmiljöer."

Interception

Interception kallas den process då nederbörd stannar på växterna och avdunstar utan att nå marken (Florgård och Palm 1980 ss. 20-21). Då träd har en större bladyta än markvegetation blir den totala interceptionen i en skog större än på öppen mark. Den kan bli så stor som 60 procent av den totala årsnederbörden i en granskog, på öppen mark är den mellan 25-50 procent av årsnederbörden beroende på vegetationstypen, se figur 4.



Figur 3. Figuren visar hur träd återför nederbördsvattnet till atmosfären genom transpiration, interception, evaporation och infiltration. Efter Florgård och Palm.



Figur 4. Figuren visar den mängd nederbörd som genom interception avdunstar direkt utan att infiltrera marken. En asfaltsyta har minst interception och en tät granskog störst interception. Efter Florgård och Palm.

Florgård och Palm menar att interceptionen på anlagda grönytor troligen är mindre än på motsvarande ytor i naturmark eftersom de ofta består av endast ett vegetationsskikt. De menar att en klippt gräsmatta troligen har en interception på mellan 25-30 procent av årsnederbörden. För en hårdgjord yta är motsvarande mindre än 10 procent, vilket ger upphov till hög ytavrinning då infiltrationen är begränsad.



Foto 2. Interception är den process då nederbörden stannar på växterna och avdunstar utan att nå marken. Foto: Wikimedia commons 2009.

Infiltration

Den nederbörd som når markytan kan i de flesta vegetationsytor infiltrera på plats, vilket gör ytavrinningen mycket liten på vegetationsklädda ytor enligt Florgård och Palm (1980 ss. 21-22). De menar de att ytavrinning endast förekommer då infiltrationskapaciteten har överstigits, oftast på grund av att markytan har blivit kompakterad. Vidare menar de att ytavrinningen för de flesta delarna av landet är störst i augusti, då den mesta nederbörden faller. För att bedöma möjligheten till infiltration är det viktigt att känna till markkvaliteten för den gällande platsen, detta genom kunskap om den hydrologiska kapaciteten i jordlagret (Boverket 2010 s. 37). Jordarten bestämmer möjligheten för vatten att infiltrera och olika jordar har olika infiltrationsförmåga. Sandiga jordar har bäst kapacitet och lerjordar har lägre kapacitet.

Infiltrationen av dagvatten förbättras vid användandet av vegetation, speciellt med växter som har djupgående rötter (Boverket 2010 s. 37). Anlagda grönytor har sämre infiltrationskapacitet än naturmark, om de ska fungera för infiltration av dagvatten måste särskild vikt läggas vid markuppbbyggnaden (Florgård och Palm ss. 12-22). Vidare menar de att gräs- och planteringsytor kan användas för att lagra nederbördsvattnet för att sedan användas till bevattning under torrare perioder. Lagringen kan också ske i dammar, tankar eller direkt i marken. För att klara av att lagra regnvatten i marken måste markbädden byggas upp så att den får stor vattenhållande förmåga och samtidigt ge goda förhållanden för växrötterna. Växterna kan då utnyttja det magasinerade vattnet under torrare perioder.

Transpiration

Hur mycket vatten olika växter kan ta upp och transpirera beror på hur mycket vatten som finns att tillgå, vilket betyder att växterna anpassar sin förbrukning efter de rådande förhållandena (Florgård och Palm 1980 ss. 22-23). Växterna kan ta upp betydligt mer vatten än vad de behöver för sina livsprocesser, samt anpassa sig till förhållandena med brist på vatten. Ett exempel på detta är trädfria ytor, där en fuktäng omsätter fem gånger så mycket vatten

som en torräng (Florgård och Palm 1980 s. 23). Detta gör att det är svårt att ange hur mycket olika slags vegetation avdunstar normalt. Vatten från hårdgjorda ytor kan tillföras direkt till gräs- och planteringsytor där det tas om hand av växterna och avdunstar (Florgård och Palm 1980 s. 53). Tom Ericsson, fil. doktor i botanik vid SLU Ultuna² menar att de fysiologiska faktorer som ger vegetationen förutsättningar att ta upp vatten beror på två faktorer; växtens storlek och hur mycket vatten de kan transpirera. Träd, speciellt de som växer fort och har tunna blad, som *salix*- och *populus*-arter, transpirerar mycket vatten. Enligt Boverket (2010 s. 29) kan ett stort träd under en dag transpirera upp till 400 liter.

Sammanfattning

För att uppnå en hög **interception** bör man inkludera flera vegetationsskikt. Träd ger bättre interception än markvegetation och ängsmark ger upphov till mer interception än klippt gräsmatta. Planera för ängsmark med träd- och buskskikt istället för hårdgjorda ytor och klippt gräs.

Om anlagda ytor ska fungera för **infiltration** måste marken byggas upp så att den får en bra infiltrationskapacitet. Vegetationsytor kan användas för att lagra nederbördsvattnet så att det kan användas vid torra perioder. Marken ska då byggas upp så att den får en stor vattenhållande förmåga men också goda förhållanden för växtrötterna så att inte syrebrist uppstår. Lagring av vatten för användning i torrperioder kan också ske i dammar eller tankar.

Eftersom växternas **transpiration** anpassas efter tillgången på vatten bör man planera så att rikligt med vatten tillförs en yta om man vill uppnå mesta möjliga transpiration. Ett exempel är en fuktäng som omsätter fem gånger så mycket vatten som en torräng. Växternas storlek är avgörande för transpirationen. Träd, speciellt de som växer fort och har tunna blad, som *salix*- och *populus*-arter, transpirerar mycket vatten.

² Tom Ericsson fil. dr i botanik SLU Ultuna. Intervju 17 mars 2014

Vegetation i ett förändrat klimat

Boverket (2010 s. 29) menar att växtval, antal träd samt deras placering tillsammans med annan vegetation bör planeras utifrån pågående och framtida klimatförändringar. Enligt SMHI (Länsstyrelsen i Stockholms län 2011 s. 13) förväntas medeltemperaturen öka med 4-6 grader celsius fram till slutet av seklet. Ekelund skriver att när klimatet värms upp flyttar klimatzoner norrut och befintliga arter vandrar norrut eller anpassar sig till det förändrade klimatet om tid och möjlighet finns (2007 ss. 19-20). Den förändring i klimat som sker idag är dock med en hastighet som gör det svårt för arter att hinna anpassa sig eller förflytta sig. Han menar att detta betyder att arternas sammansättning förändras då nya arter vandrar in och utsätter befintliga arter för konkurrens. Då trädgränsen förskjuts norrut är boken en av de arter som kan komma att etablera sig i Mälardalen idag har sin nordliga gräns i södra Småland.

Ett mildare klimat ger också en längre växtsäsong vilket har stor betydelse för produktion av biomassa, artsammansättning och arters utbredning (Ekelund 2007 s. 19). Enligt SMHI (Länsstyrelsen i Stockholms län 2011 s. 13) förväntas växtsäsongen förlängas med ca 100-140 dagar till slutet av seklet vilket betyder att större delen av året kan komma att utgöra vegetationsperiod. I Sydsverige har växtsäsongen förlängts med mer än fyra veckor mellan åren 1982-1999 (Ekelund 2007 s. 19). Att tillväxten kommer igång tidigare på våren kan leda till ökad risk för frostsador (Ekelund 2007 s. 19). Ericsson³ berättar att det redan idag finns tecken på de konsekvenser som klimatförändringen bidrar till. Tittar man på trädgränsen har den börjat vandra uppåt i landet. Han understryker att klimatförändringen inte har någon inverkan på dygns längden som förblir oförändrad, utan det mest alarmerande är den kritiska nattlängden, dvs då växterna påbörjar sin invintring. Han menar att det finns en risk att man i ett förändrat klimat med högre temperatur börjar använda ett växtmaterial anpassat för sydligare klimatzoner. Blir det ett bakslag i temperaturen räcker det för att skada en växt, vilket får både ekonomiska och estetiska konsekven-

ser. Lagerström (Hedfors 2009 s. 226) menar att växtpopulationer är anpassade till sitt geografiska område och de egenskaper som spelar stor roll för klimatanpassning varierar stort mellan olika populationer. En egenskap som är extra viktig för växterna enligt Lagerström är deras växtrytm och hur den är anpassad till det geografiska område den växer på. Växtrytmen är från då växten startar växa på våren till den slutar på eftersommaren och hösten då invintringen börjar. Denna växtrytm regleras genom växternas arvs massa. Vissa arter som behöver vinterkyla, till exempel gran, kommer att missgynnas av ett varmare klimat och bli mer utsatt för skadegörare och sjukdomar (Ekelund 2007 s. 20).



Foto 3. Vegetationsperioden förlängs och växterna kommer igång tidigare på våren.

Vegetation i kombination med dagvatten

Det förändrade klimatet tyder på att årsmedelnederbörden förväntas öka med 10 till 30 procent, då största ökningen sker vintertid enligt SMHI (Länsstyrelsen Stockholms län 2011 s.13). Det framkommer att scenarier med extrem nederbörd förväntas öka med ca 20 procent, med en ökad risk för kraftiga regn. Ericsson (Hedfors 2009 s. 265) menar att det är mycket svårt att avgöra utifrån bladens utseende på en växt om den kan klara av att leva på en blöt växtplats då denna anpassningsförmåga sitter inuti växtens vävnader. Florgård och Palm (1980 s. 53) påstår att valet av växter för dagvattenhantering har liten betydelse vid väl-dränerade förhållanden. Däremot påpekar de att om grundvattenytan stiger och växterna måste växa i stående vatten så blir artvalet allt mer betydelsefullt. För ett sådant scenario föreslår de arter som klibbal (*Alnus glutinosa*), glasbjörk (*Betula pubescens*) och gråal (*Alnus incana*). Ericsson⁴ påpekar att effekten på växter i stående vatten beror på vilken tid på året det inträffar eftersom den är beroende av aktiviteten i marken. Under våren överlever de flesta träd att bli stående i vatten, då är det kallt i marken och aktiviteten i marken är låg. Om vatten blir stående under sommaren, då aktiviteten är hög, blir det problem eftersom rötterna måste ha tillgång till syre. Annars får de inte upp vatten och växternas rötter dör av syrebrist inom loppet av några dagar. Ericsson menar vidare att *salix*- och *populus*-arter kan skicka ut nya rötter högre upp från stammen och därmed klara syrebristen vid stående vatten. Han hävdar även att valet av vegetation får större frihet om man designar för rörligt vatten än stående vatten, då det leder till syrebrist. Vidare menar Ericsson att man vid gestaltning av dagvattenelement bör välja vegetation som har underjordiska stammar samt örtartad vegetation. Gustavsson och Ingelög menar att den vedartade vegetationen har flera positiva effekter då den används vid anläggning av dagvattenelement (1994 s. 299). Den kan påskynda stabiliseringen av marken, bidra till att binda näringsämnen och beskugga vattnet vilket kan begränsa vattenvegetationen och förhindra igenväxning. De understryker däremot det faktum att beskuggningen max bör vara 50 procent i närheten av vattnet för att inte missgynna artrikedomen. Vidare menar de även att träd kan medföra problem om rötter växer in och stoppar igen dräneringsrör. Därför bör träd inte planteras i direkt anslutning till dräneringsrör om sådana finns.

Florgård och Palm (1980 s. 53) hävdar att lövträd har större vattenförbrukning än barrträd under normala förhållanden och bland lövträden har *salix*- och *populus*-arter, samt björk den största vattenförbrukningen. Säl och poppel har djupgående rötter medan björk medför en intensiv upptorkning av det översta markskiktet. När det

kommer till barrträden har lärk den största vattenförbrukningen. Andra växter som transpirerar mycket vatten är växter som växer fort; *salix*- och *populus*-arter, har tunna blad och transpirerar mycket vatten⁵.

Vegetation i urban miljö

Enligt Stockholms läns landsting (SLL) (2013 s. 45) skiljer sig urbana ekosystem från andra ekosystem vad gäller flera faktorer. De menar att urbana grönytor ofta är olika varandra och starkt isolerade vilket gör att en del ekologiska processer sker på andra tidsskalor än i icke-urbana system. Vidare påpekas att naturliga störningar, som bränder och översvämningar, förhindras eller sker på andra sätt samtidigt som den ekologiska successionen ändras, bromsas eller styrs av människor. SLL menar också att de urbana miljöerna ger andra förutsättningar för vegetation än dess 'naturliga' miljö. I stadsmiljön är vegetationen utsatt för extrem stress som förändringar i temperatur och vindar, vattenbrist, näringsbrist, för starkt eller för svagt, ljus, markkompaktering och föroreningar. Den urbana vegetationen har därför långtifrån de optimala förutsättningarna för att fungera normalt. Att välja träd för urbana miljöer ställer därför vissa krav på bland annat de fysiologiska egenskaperna menar Ericsson⁶, som berättar att det är viktigt att välja träd som klarar längre torka som arter med håriga, läderartade blad (till exempel *Quercus*-arter). Lagerström föreslår bergesk (*Quercus petraea*) som ett möjligt framtids-träd i stadsmiljöer (Hedfors 2009 s. 231). Han menar att till skillnad från vanlig ek, har bergeken läderartade blad vilket med stor sannolikhet är en god egenskap i torrare och varmare stadsmiljöer, se foto 4 nästa sida. Gustavsson och Ingelög (1994 s. 210) skriver att för att förhindra uttorkning kan undervegetation användas vilket samtidigt bidrar till en förbättrad mullbildning genom att löven stannar kvar och inte blåser bort.

Florgård och Palm menar att för att växter ska fungera bra och överleva i urban miljö behöver de tåla både föroreningar och salt (1980 ss. 32-33). En ökad vinternederbörd

³. Tom Ericsson fil. dr i botanik SLU Ultuna. Intervju 17 mars 2014

⁴. Ibid., ⁵. Ibid. ⁶. Ibid.



Foto 4. Bergek (*Quercus petraea*) kan vara ett träd passande för framtida stadsmiljöer då det klarar längre perioder av torka. Foto: Wikimedia commons 2006.

riskerar att medföra en ökning av förorenad avrinning med innehåll av närsalter till sjöar och vattendrag, vilket ställer krav på vegetationens motståndskraft samt att vatten renas från både föroreningar och salt innan det når recipienten (Ekelund 2007). Salt tillförs växterna i droppform från vägar och denna form av salt är antagligen mer skadligt för växterna än det som tas upp via marken (Florgård och Palm 1980 ss. 32-33). Florgård och Palm menar vidare att växter har olika förmåga att stå emot salt. Natrium och klorid tas upp på olika sätt av växten. Natrium tas upp genom rötter och stam medan klorid transporteras till bladen där det ackumuleras. Detta medför att bladfällande växter generellt sett är bättre på att anpassa sig i saltrika miljöer, då de årligen gör sig av med en hel del föroreningar. De växter som är mest saltresistenta är de vars växtmiljöer finns längs med havsstränder, utöver dessa är de mest saltresistenta träden och buskarna alm (*Ulmus glabra*), slån (*Prunus spinosa*), ek (*Quercus robur*), asp (*Populus tremula*) och måbär (*Ribes alpinum*) (Florgård och Palm 1980 ss. 32-33).

Sammanfattning

En längre växtsäsong innebär att större delen av året kommer utgöra vegetationsperiod, vilket betyder att tillväxten kommer igång tidigare på våren. Det ska beaktas vid valet av växter då det kan leda till frostsador om man börjar använda växter anpassade för ett varmare klimat och som inte är hårdiga. Därför ökar vikten av att välja ett hårdigt växtmaterial som är anpassat till den växtzon där de ska planteras, samt att i största möjliga mån välja lokala och/eller inhemska växter eftersom de är anpassade till det rådande klimatet.

Den ökade nederbörden innebär att växter kan behöva bli stående i vatten då de placeras i anslutning till dagvattenelement, vilket kan vara skadligt för växten under vegetationsperioden. Man måste alltså välja växter som tål detta, till exempel *salix*- och *populus*-arter som kan skicka ut nya rötter högre upp från stammen. Valet av vegetation får större frihet om man gestaltar för rörligt vatten. Växterna ska också klara perioder av torka då medeltemperaturen beräknas stiga och somrarna bli varmare.

I urbana miljöer är det viktigt att välja träd som klarar längre torka, till exempel *Quercus*-arter, som har läderartade blad. Även undervegetation kan användas för att förhindra uttorkning och ger samtidigt upphov till flera ekologiska nischer. Saltresistenta växter bör användas i vägmiljöer då en ökad vinternederbörd medför större avrinningsmängd som innehåller salt och föroreningar.

Synergieffekter vid kombination av dagvattenelement och vegetation

Boverket (2010 s. 7) skriver om synergieffekter i mångfunktionella ytor. Dessa gröna ytor tar inte bara hand om dagvattnet utan bidrar även till att sänka temperaturen både inomhus och utomhus under sommarmånaderna, skyddar mot UV-strålning genom skuggande miljöer, bidrar till sociala mötesplatser, rekreativa miljöer och stödjer bevarandet av biologisk mångfald i staden. Dessa multifunktioner kan ses som positiva synergieffekter som uppstår då man använder vegetation eller grönytor för dagvattenhantering. Backhaus och Jensen (2011) påpekar att man kan utnyttja dagvattnet till mycket, till exempel vattning, rekreativa upplevelser, stödjande av den biologiska mångfalden eller påfyllning av grundvattnet. I följande avsnitt redogör vi för hur de positiva synergieffekterna biologisk mångfald och upplevelsevärden kan skapas då man kombinerar dagvattenelement och vegetation.

Biologisk mångfald

Genom att bibehålla och bevara den biologiska mångfalden hjälper vi naturen att motstå klimatförändringar och minska dess negativa effekter (Ekelund 2007 s. 27). En utarmning av den genetiska variationen leder till att naturens och människans förmåga att anpassa sig till framtida miljöförstöringar och klimatförändringar minskar då arter lättare dör ut (Jordbruksverket u.å). Vidare poängteras det att för att ett ekosystem ska hamna i obalans räcker det att en enda art försvinner. De viktigaste ekosystemtjänsterna för stödjande av den biologiska mångfalden i ett förändrat klimat är:

- Infiltration, rening och flödesutjämning av dagvatten
- Skyddszoner längs stränderna
- Trädens luftrening och påverkan på lokalklimatet
- Naturens funktioner för rekreation och hälsa

(Ekelund 2007 s. 27)

För att gynna den biologiska mångfalden bör vi enligt Gustavsson och Ingelög (1994 s. 112) sträva efter att skapa artrika planteringar.

"Artrikedomen bland träd och buskar är en ekologisk nyckelfaktor som gynnar biologisk mångfald."
(Gustavsson och Ingelög 1994 s. 202)

De menar att grunden till artrikedom skapas genom varierade mark och fuktighetsförhållanden vilket följs upp med en omsorgsfullt utförd plantering och sådd av vilda växter. De viktigaste egenskaperna att känna till för att förstå hur en artrik blandplantering bör byggas upp och hur artrikedomen kan bestå under lång tid är arternas reaktion på ljus och skugga (Gustavsson och Ingelög 1994 ss. 218-219). Gustavsson och Ingelög anser att blandplanteringar med 10-15 träd och buskarter innebär goda chanser att utveckla både stora biologiska värden och upplevelse- och skönhetsvärden. Att tänka på vid artrika blandplanteringar i stadsmiljö är att som kontrast kan enkla träd-planteringar vara av intresse för att möjliggöra framtida pelarsalar. Enkla planteringar kan byggas upp av lind, bok eller blommande trädslag som päron och fågelbär. En tät låg undervegetation kan också användas för att skapa nya ekologiska nischer i planteringen vilket ger förutsättningar för både växter och djur, genom till exempel föda, skydd och häckningsplatser för fåglar (Gustavsson och Ingelög 1994 ss. 218-219).

Dagvattenhantering och vegetation för ökad biologisk mångfald

Öppen dagvattenhantering innebär att ett möte mellan vatten och vegetation skapas vilket ger förutsättningar för en stor mångfald bland biotoper i den urbana miljön vilket leder till en ökad biologisk mångfald, särskilt bland insekter (Hunter och Hunter 2008). Gröna tak är ett dagvattenelement som kan gynna den biologiska mångfalden genom att erbjuda nya habitat i den urbana miljön och skapa bättre koppling mellan existerande habitat vilket minskar fragmenteringen (Hunter och Hunter 2008). I

en artikel av Fernandez-Canero och Gonzalez-Redondo (2010) undersöks de gröna takens värde för den biologiska mångfalden. Författarna menar att gröna tak är en möjlighet att skapa nya habitat i den urbana miljön för en rad olika organismer. På gröna tak finns ofta olika insekter som spindlar, skalbaggar, myror och pollinatörer vilka i sin tur attraherar predatorer som fåglar, fladdermöss, mindre däggdjur och reptiler. För att främja just fågellivet ska man vidare se till fåglarnas fyra baskomponenter som avgör om platsen är ett lämpligt habitat. Dessa är mat, vatten, skydd och rum för boplatser. Maten utgörs av de insekter som lever på de gröna taken och skydd kan fås av vegetationen. Om fåglar kan kolonisera taken är också beroende av tillgängligheten för fåglarna och om taket är tillgängligt för allmänheten då det stör fåglarna. De standardiserade sedumbaserade gröna taken har ett begränsat ekologiskt värde i jämförelse med andra gröna tak med mer biomassa (Fernandez-Canero och Gonzalez-Redondo 2010).

Andra sätt att hantera dagvatten på är i öppna diken eller i våtmarker. Många grod- och kräldjur är beroende av öppna diken för att överleva, vilket i sin tur gynnar fågelarter som lever av kräldjur och andra vattenlevande organismer (Jordbruksverket u.å). Dikeskanterna är bra boplatser för humlor, fjärilar och bladbaggar som lever på vattenväxter. För att öka den biologiska mångfalden i öppna diken ska man anlägga mindre branta dikeskanter vilket minskar erosionsrisken och gynnar många växter och djur (Jordbruksverket u.å). Dessutom ska man undvika att sprida gödsel eller bekämpningsmedel utmed diket och inte rensa under vår och försommar eftersom djurlivet då kan skadas. Enligt Jordbruksverket (u.å) har många våtmarker och småvatten i jordbrukslandskapet blivit näringsrikare och växt igen. Dessutom har de naturliga vattenfluktationerna i stor utsträckning hindrats eftersom de försvårar brukandet av marken. Vidare menar Jordbruksverket att våtmarkerna är viktiga biotoper för den biologiska mångfalden, som gynnar framförallt groddjur, snokar, vattenlevande ryggradslösa djur och våtmarksfåglar. Blommande

sälgbuskar är ett viktigt inslag i våtmarker om man vill stödja pollinerande insekter som till exempel humlor.

Pollinering

Pollineringen har en viktig roll i naturen, genom att gynna pollinatörer underlättar man även spridningen av växter och produktionen av frön, bär och frukter vilket i sin tur gynnar djur (Gustavsson och Ingelög 1994 s. 343). Lämpliga biväxter är fleråriga, vedartade träd och buskar se ruta C (Gustavsson och Ingelög 1994 s. 345):

C. Biväxter för pollen- och nektargivare

Arter med mycket högt värde som pollengivare:
Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus, Malus sp., Prunus padus/avium/spinosa/cerasifera (ej inhemska), Rosa sp., Salix sp., Salix daphnoides, Sorbus sp.,

Arter med mycket högt värde som nektargivare:
Acer campestre, Acer platanoides, Cornus sanguinea, Crataegus, Malus sp., Prunus padus/avium/spinosa/cerasifera (ej inhemska), Ribes alpinum, Salix, sp., Salix daphnoides, Sorbus sp.

Upplevelsevärden

När det kommer till upplevelsevärden i grönområden som naturmiljöer och parker finns en hel del forskning gjord. I ett nyligen publicerat examensarbete i landskapsarkitektur av Klingberg (2013) sammanställs och beskrivs de kvaliteter som i forskningen lyfts fram om vad människor värdesätter i ett grönområde. Klingberg beskriver även hur dessa kvaliteter kan skapas eller förstärkas vid användning av växter. De tre referenser som sammanställts är Kaplan, Kaplan och Ryan (1998), Berggren-Bärring och Grahn (1995) och Boverket (2007). Klingberg har sammaställt deras kvaliteter i 11 rubriker, där de som låg nära varandra lades samman (Klingberg 2013 s. 15). Dessa är:

- Sammanhållning (coherence)
- Komplexitet (complexity)
- Läsbarhet (legability)
- Mystik (mystery)
- Originalitet (being away)
- Vidsträckthet (extent)
- Fascination (fascination)
- Förenlighet
- Rofyllighet
- Artrikedom
- Naturprägel

En utförligare beskrivning kring dessa kvaliteter går att läsa i Klingberg (2013). I *Landskapets Upplevelsevärden* av Boverket (2007) har de kvaliteter som människor uppskattar mest i närmiljön identifierats. Rapporten är framtagen av en forskargrupp under ledning av Patrik Grahn som är professor i miljöpsykologi vid SLU Alnarp. I studien har 15 viktiga kvaliteter identifierats och grupperats till fyra upplevelsevärden. Dessa är: *ostördhet i en variationsrik miljö, naturpräglad miljö, möjlighet till återhämtning och trygghet i en välskött miljö*. Några av de kvaliteter som ska finnas för att uppnå dessa upplevelsevärden är: *ostördhet, stort och fritt, trädrikt, växter och djur i naturlig miljö* samt *tryggt och säkert*. I studien dras slutsatsen att dessa upplevelsevärden kan vara en hjälp vid planering och utveckling av grönområden (Boverket 2007 s. 51).

Vatten som upplevelsevärde

Vatten och våtmarker har en mycket stor betydelse för människors upplevelser av landskap (Gustavsson och Ingelög 1994 s. 310). De understryker därför vikten av att särskilt beakta de aspekter, inpassningen i landskapet och detaljutformningen vid planering av vattenanläggningar som förhöjer upplevelsevärdet av en miljö. Gustavsson och Ingelög (1994 ss. 296-297) menar att genom skapandet eller restaurerandet av vatten och våtmarker kan man öka områdets skönhet och göra miljön mer tilltalande att vistas i. De understryker att hur vackert och trivsamt ett nytt inslag av vatten blir är beroende av dess placering i landskapet samt form och karaktär. Finns det möjlighet till flera vattenytor kan de utnyttjas för att skapa olika karaktärer och olika typer av strandzoner och vattendjup. Gustavsson och Inelög skriver att våtmarker i stadsområden är en källa för rika upplevelser då de drar till sig mängder av fåglar och andra djur. De understryker de nackdelar som följer med att anlägga våtmark i stadsmiljö då skränande fågelkolonier eller myggsvärmar kan vara störande.



Foto 5. Här är ett exempel från Hammarby Sjöstad i Stockholm på hur vattnet kan utnyttjas i interaktiva konstverk.

Allmänhetens intryck av dagvattenhantering

För att få allmänhetens synpunkter på upplevelsevärdet av dagvattenhanteringen har intervjuer med boende i Bo01 i Malmö gjorts (Stahre 2008). De flesta intervjuade var positiva och ansåg att dagvattenhanteringen ger området en unik karaktär. Det som uppskattades mest var rinnande vatten i konstverk i kombination med dammar och våtmarksvegetation vilket skapar miljöer för vila och eftertanke. Ljudet av rinnande vatten och reflektioner i öppet vatten, vegetationen i dammarna och belysningen i delar av dagvattensystemet var andra mycket uppskattade inslag. Många av de boende uttryckte även att de inte ville vara utan de öppna dagvattensystemen och var villiga att betala extra för dem.

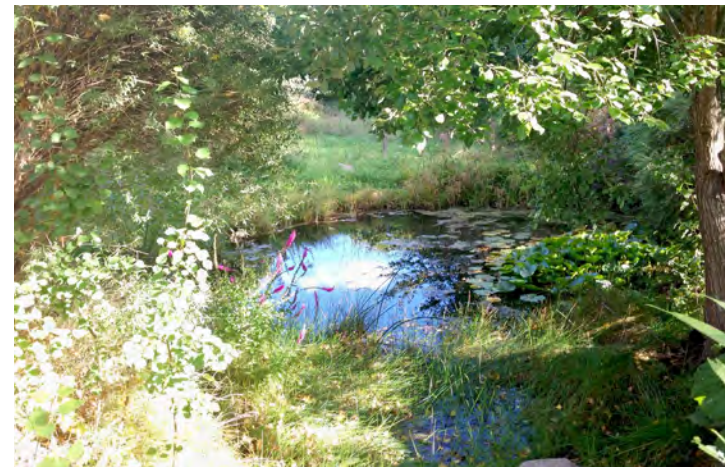


Foto 6. Synligt vatten är ett uppskattat inslag i bostadsmiljöer och ger rekreativa och estetiska värden. Fotot visar en dagvattendamm i Understenshöjden, Stockholm.

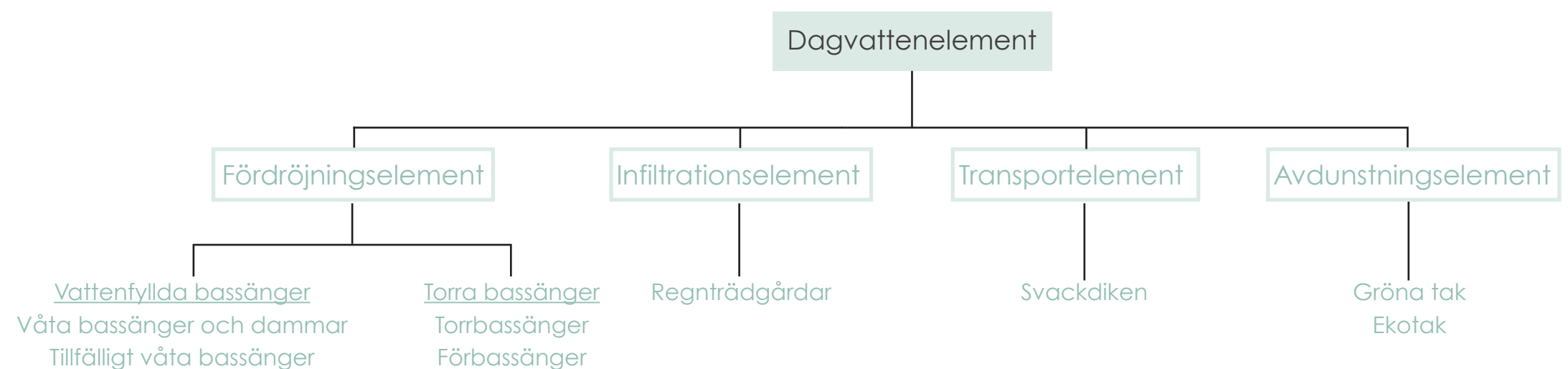
Sammanfattning

För att gynna den **biologiska mångfalden** ska artrika planteringar användas vilket uppnås genom varierade mark- och fuktighetsförhållanden och växter som passar dessa. Kombination av vatten och vegetation ger förutsättningar för ökad biologisk mångfald. Ett exempel är gröna tak som erbjuder nya habitat för insekter vilket i sin tur attraherar fåglar, kräldjur och smådjur. För att gynna fåglar ytterligare krävs vegetation som skydd och rum för boplatser. Gröna tak med mer biomassa än sedumtak kan ha en annan typ av vegetation och har därför ett högre biologiskt värde. Öppna diken och våtmarker är viktiga biotoper som gynnar grod- och kräldjur, fåglar, humlor, fjärilar och insekter.

Kvaliteter som lyfts fram i forskning om grönytors **upplevelsevärden** är: sammanhållning (coherence), komplexitet (complexity), läsbarhet (legability), mystik (mystery), originalitet (being away), vidsträckthet (extent), fascination, förenlighet, rofylldhet, artrikedom och naturprägel. Upplevelsevärden i grönområden kan också vara: ostördhet i en variationsrik miljö, naturpräglad miljö, möjlighet till återhämtning och trygghet i en välskött miljö. Synligt vatten har ett stort upplevelsevärde i urbana miljöer och lockar till sig fåglar och djur som bidrar till rekreativa värden. Däremot kan djurlivet också uppfattas som störande, till exempel skränande fågelkolonier. Placering, form och karaktär är avgörande för det synliga vattnets värde. Belysning, vegetation och rinnande vatten i konstverk kombinerat med naturlika miljöer uppskattas.

Dagvattenelement

Backhaus och Jensen (2010) redogör för olika LOD-element och principer som används i Danmark och de menar att dagvattenelementen primärt baseras på fördröjning och infiltrering av dagvattnet. De menar att avdunstning är en alltför långsam process för att tas med i beräkning av dimensionering men att den spelar stor roll för ett områdes samlade vattenbalans, speciellt när det kommer till avdunstning från infiltrationsgräsmattor och gröna tak. I detta avsnitt beskrivs olika typer av dagvattenelement som kan användas för att fördröja, infiltrera, transportera, avdunsta och i många fall även rena dagvattnet. De är indelade efter Backhaus och Jensens indelning (Backhaus och Jensen 2010) där vi har valt att enbart beskriva dagvattenelement som kan användas tillsammans med vegetation, se figur 5. De principskisser som visas vid följande beskrivningar av dagvattenelementen visar endast en principiell lösning för hur elementen fungerar, därför läggs inte vikt vid säkerhetsaspekter som staket och lutningar.



Figur 5. Dagvattenelementen är uppdelade efter vilken typ av funktion de har; fördröjningselement, infiltrationselement, transportelement och avdunstningselement. Figuren ger en överskådlig bild för att tydliggöra indelningen.

Fördröjningselement

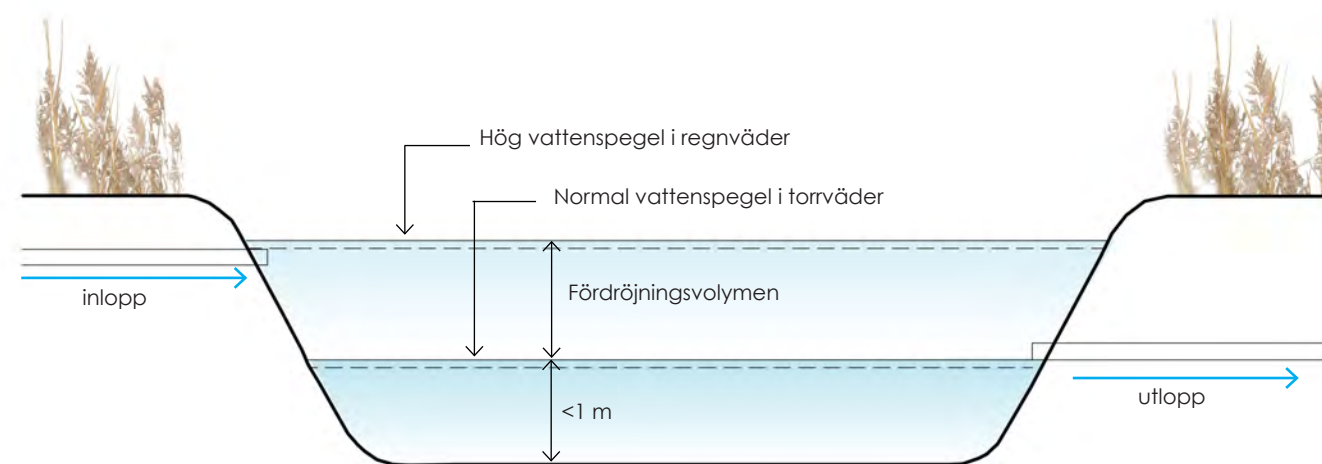
Genom att samla regnvattnet tillfälligt kan vattnet fördröjas och den slutliga avledningen sträcka sig över en längre tid (Backhaus och Jensen 2010). Fördröjningselement bidrar dock bara till dagvattenhanteringen om de har en ledig volym vid tidpunkten för regnet. Därför gäller att fördröjningselementen ska tömmas inom loppet av några dagar (Backhaus och Jensen 2010). Det finns olika typer av fördröjningselement, blöta eller torra, de blöta har en permanent vattenyta medan de torra bara är vattenfyllda i några dagar efter ett kraftigt regn. Det gör att de upplevs olika och har olika egenskaper, vilket i sin tur skapar olika förutsättningar för bland annat planteringen av växter.

Vattenfyllda bassänger

Backhaus och Jensen (2010) beskriver vattenfyllda bassänger som dammar, våta bassänger och "retention basins" som har permanent stående vatten, se figur 6. De är designade för att ackumulera regnvatten från en viss yta och sedan släppa ut det långsamt, antingen genom att vattnet infiltreras i en närliggande yta eller via en strypt dränering till en ledning därför har dessa dagvattenelement en ständigt skiftande vattenyta. Vidare menar Backhaus och Jensen att vattnets temporära uppehåll i bassängen och den permanenta vattenvolymen gör att föroreningspartiklar kan sedimentera, sedimenteringens omfattning beror i sin tur på vattnets uppehållstid och turbulens samt partiklarnas storlek. De anser att naturliga sjöar kan nyttjas som dagvattenelement, alternativt kan man för att anlägga en bassäng gräva tills kontakt med grundvattnet uppstår och om inte det är möjligt kan ett membran användas i botten av bassängen.

Våta bassänger och dammar

Följande information om våta bassänger och dammar är från Københavns Kommune (2011a). Enligt dem används våta bassänger eller dammar för att samla upp överflöds-vatten från tak, vägbrunnar och andra ytor. Vattenmängden i bassängen eller dammen regleras av en strypt avledning och en bestämd mängd vatten avleds därigenom



Figur 6. Figuren visar en principskiss för hur en vattenfylld bassäng kan se ut och fungera. Bassängen samlar upp regnvattnet tills regnet upphör, därefter töms bassängen ner till det normala vattenståndet i torrväder. Fördröjningsvolymen är den volym från den normala vattenspegeln till den högsta vattenspegeln efter regn. Tömningstiden är beroende av hur mycket vatten som finns i bassängen och hur snabbt vattnet tillåts ledas bort. Efter Københavns Kommune 2011a.

vidare till ett annat dagvattenelement eller till recipient. Våta bassänger och dammar kräver en hel del underhåll och att en stor yta finns tillgänglig för anläggning. I gengäld får man en bra reningseffekt och fördröjning av dagvattnet samtidigt som det kan ge stora rekreativa värden.

Våta bassänger och dammar utformas som vattenfyllda jordbassänger med flata gräsklädda sluttningar och strandkanter som kan planteras med växtlighet. Botten och sidorna upp till den normala vattenspegeln tätas med antingen lerjord eller plast. Utloppet kan vara antingen synligt i nivå med den normala vattenspegeln eller placerat under mark. Dammen ska inte vara djupare än ca 1 m på det djupaste stället för att säkra syresättningen av botten, då kan det också behövas stängsel för att förhindra drunkningsolyckor. De våta bassängerna kan utformas så att de passar in i omgivningen med antingen ett arkitektoniskt eller mer naturpräglat uttryck. För att minska tillväxten av alger bör hälften av bassängen placeras i skugga, till exempel genom att plantera träd i anslutning. Det kan dock fastna löv i utloppet som kan behöva rensas.

Reningsseffekt

Vattnet renas genom att suspenderade substanser (SS) tas bort genom utfällning, organiskt material bryts ner på biologisk väg och olja bryts ner av solljus. Innan vattnet förs till bassängen ska det renas i ett sandfång eller en förbassäng.

Egenskaper våta bassänger och dammar:

Reduktion av vattenvolym	Medel - hög
Reduktion av intensivt regn	Lågt - medel
Rening av SS	Medel
Rening av kväve	Låg
Rening av tungmetaller	Hög
Rening av olja	Hög
Rening av bekämpningsmedel	Hög
Landskapsvärde	Högt

Vegetation

I våta bassänger och dammar bidrar vegetation till att stabilisera slänterna och därmed förhindra erosion samt bilda livsmiljöer för djur och andra växter. Vattenväxter

kan ta upp näringsämnen och förbättra sedimentationen av partiklar. Enligt Gustavsson och Ingelög (1994 s. 303) är det viktigt att man uppskattar tillflödet och variationen i vattentillgång vid anläggning av dammar med växtlighet. De menar att perioderna av torrläggning inte får vara så långa att vegetationen tar skada. Marken där våtmarken ska grävas ut bör även vara finkornig och något lerig för att hålla kvar vattnet och inte bli för känslig mot uttorkning. För att gynna växt- och djurliv ska strandlinjen vara flack, oregelbunden och bred. Ericsson⁷ påpekar att om man från början bestämmer växter för exempelvis dammar, förhindrar man att arter som kaveldun och vass etablerar sig fritt. Se ruta D för exempel på växter som kan användas i våta bassänger och dammar.

D. Förslag på växter för våta bassänger och dammar (Københavns Kommune 2011a)

Undervattensväxter:

Ceratophyllum demersum, *Eleocharis acicularis*,
Bottonia palustris

Vattenväxter med flytblad:

Hydrocharis morsus-ranae, *Stratiotes aloides*

Sumpvegetation (rotfasta växter som når upp över vattenytan):

Callitriche palustris, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*,
Nymphoides peltata, *Orontium aquaticum*, *Sparganium erectum*

Växter som trivs i vattenbrynet:

Myosotis palustris, *Lythrum salicaria*, *Juncus inflexus*,
Butomus umbellatus, *Darmera peltata*, *Iris laevigata*,
Iris versicolor, *Lysichiton camtschaticensis*

⁷ Tom Ericsson fil. dr i botanik SLU Ultuna. Intervju 17 mars 2014

Tillfälligt våta bassänger

Dalton (2010) beskriver hur man kan anlägga en tillfälligt våt bassäng för omhändertagande och fördröjning av dagvattnet från en parkeringsyta. Bassängen får vatten från två olika dräneringselement. Dalton beskriver skillnaden på *detention* och *retention*, som kan verka förvirrande då det finns dagvattnelement som både kallas detention basins och retention basins. Begreppet *detention* betyder uppehållande eller fördröjning och bara en del av vattnet hålls kvar helt. En typisk *retention facility* håller kvar vattnet helt och hållet. I det här fallet är bassängen en detention basin, designad för att tillfälligt hålla dagvattnet och låta det sakta infiltrera till dagvattensystemet. Därmed kan vattnet sedimentera partiklar och undvika att dessa hamnar i recipienten. En tillfälligt våt bassäng passar bra att kombineras med diken eller dräneringskanaler. För att undvika erosion kan man göra breda dräneringskanaler som får en grundare profil och låta vattnet meandra genom dem.

Vegetation

Om bassängen sköts som en våtmark kan många olika växter och djur leva där, samtidigt som den behåller sin funktion som översvämningskontroll (Dalton 2010). Dalton menar vidare att om man klipper ner gräset i de fördröjande eller uppehållande dagvattnelementen minskar möjligheten att skapa potentiella habitat och dessutom ökar risken för erosion. Dräneringskanalen kan planteras med vegetation som är både tork- och översvämningsstål. En bufferzon ska lämnas på var sida om kanalen och plantera med torktåliga arter som inte klipps med gräsklippare. Resultatet blir funktionella och estetiska kanaler/diken som minskar mängden jordpartiklar i dammen. Dessutom blir det ett idealt habitat för djur- och växtliv. Enligt Dalton kan kolonisation av aggressiva arter som kavedun, *Typha latifolia*, vara ett problem även om det är en inhemsk art då den konkurrerar ut andra arter och skuggar marken. Den kan behöva tas bort manuellt eller genom att plantera träd i de områden där kavedunens tillväxt är mest tät vilket gör att solljuset minskar och försvårar för kavedunet att växa. Se ruta E hur växtvalet bestäms utifrån markfuktigheten som skapas i tillfälligt våta bassänger.

E. Plantering för tillfälligt våt bassäng
(Dalton 2010)

Plantering och växtval sker i förhållande till zoner som baseras på markens fuktighet och reglering av vattentillförsel:

- Botten* - permanent stående vatten, tung och blöt jord till säsongsoversvämmad eller permanent fuktig slänt.
- Slänter* - medelfuktig till torr jord.
- Ovan slänt*- permanent torr och näringsfattig jord, stenigt.

Torra bassänger

Backhaus och Jensen (2010) beskriver torra bassänger som temporärt översvämmade markförsänkningar eller torrbassänger. Det kan också vara förbassänger som är uppbyggda på liknande sätt enligt Københavns Kommune (2011c). Torra bassänger tar upp avrinningen under en nederbördsperiod och torkar upp under den kommande torrperioden. De kan konstrueras med eller utan ett membran i botten. Utan membran förekommer viss infiltration, men den är ofta för långsam för att matcha den krävande tömningstiden som ska vara en till tre dagar. Därför är strypt avledning genom ett rör med mindre diameter än inloppsröret, till en avloppsledning eller en naturlig recipient nödvändig se figur 7. I de fall där det finns risk för grundvattenförorening genom infiltrering av dagvatten används membran. Torra bassänger har mindre effekt på reningen/partikelsedimenteringen än våta bassänger eftersom allt vatten dräneras, det är enbart vissa partiklar som fastnar (Backhaus och Jensen 2010).

Torrbassänger

Följande information om torrbassänger är från Københavns Kommune (2011b). En torrbassäng är en bassäng där regnvattnet kan ansamlas i två till tre dagar innan det antingen infiltreras i marken eller avleds till en annan dagvattenanläggning, se figur 7 och 8. Vattnet leds till ett utgrävt gräsbeklätt område där det under bassängen kan vara sand eller grus samt ytterligare ett utrymme som ökar fördröjningen och infiltrationen. Om infiltration inte är lämplig kan botten tätas så att bara fördröjning sker. Från bassängen finns ett strypt utlopp så att enbart en bestämd mängd vatten kan ledas till andra dagvattenelement eller till recipient. En torrbassäng används då det finns behov av att fördröja och infiltrera större mängder vatten eller begränsa och fördröja utloppet av dagvatten till recipienter. Torra bassänger behöver rensas ur för att behålla sitt estetiska värde. Det är särskilt viktigt att tänka på bassängens slänter som lätt kan se tråkiga ut. Därför bör bassängen utformas med mjuka kurvor och flacka slänter.

Reningseffekt

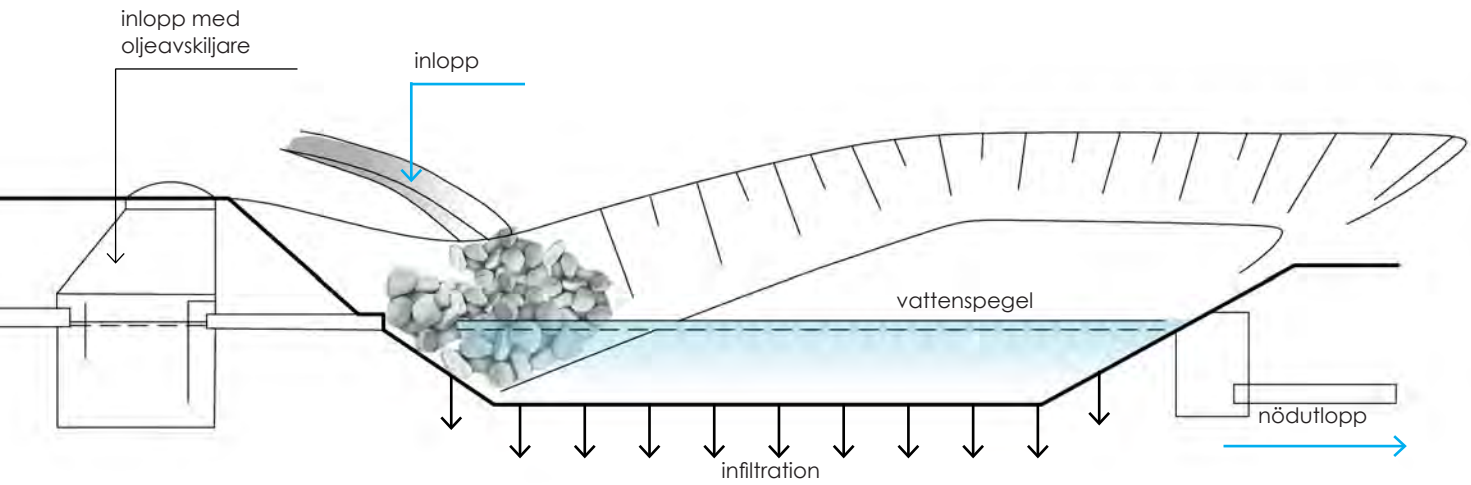
Torra bassänger har en relativt liten reningseffekt i förhållande till våta bassänger. Innan vattnet leds till bassängen ska sand och grövre partiklar avlägsnas genom att vattnet antingen strömmar över ojämna ytor, passerar en rist och ett sandfång eller en förbassäng. Det sker en viss rening av vattnet i de torra och öppna bassängerna genom att ämnena fälls ut och binds till bottenfallande material.

Egenskaper torrbassäng:

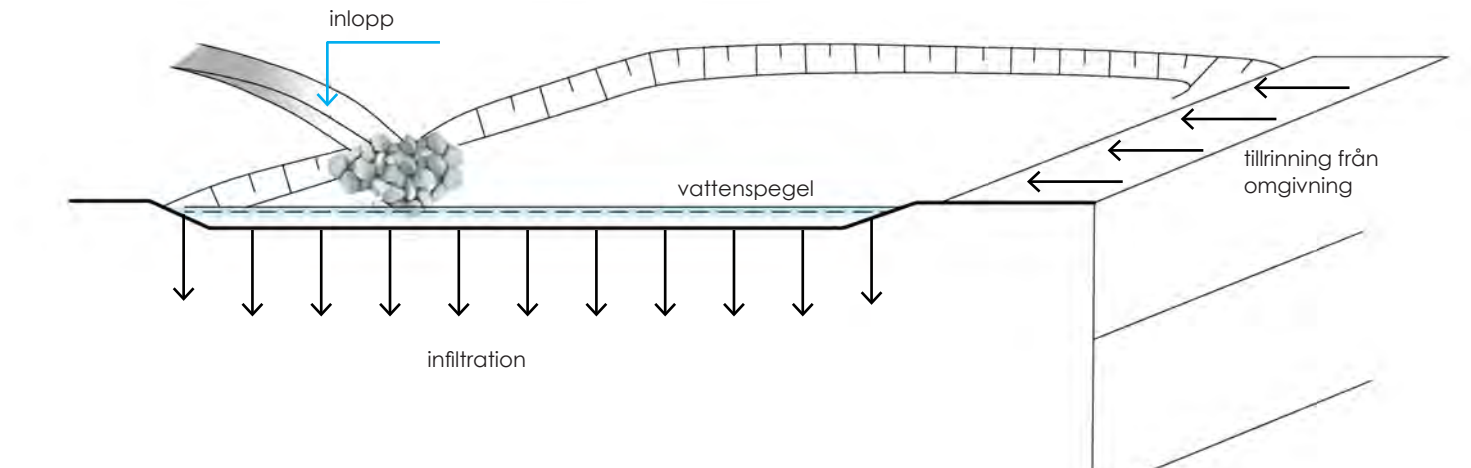
Reduktion av vattenvolym	Låg - Medel
Reduktion av intensivt regn	Hög
Rening av SS	Medel - Hög
Rening av kväve	Låg
Rening av tungmetaller	Medel - Hög
Rening av olja	Medel - Hög
Rening av bekämpningsmedel	Hög
Landskapsvärde	Lågt - Medel

Vegetation

Torra bassänger är ofta täckta av gräs men kan också planteras med andra växter som främjar landskapsvärdet, stabilisera slänterna, förhindra erosion och fungera som livsmiljö för djur och växter. Inhängning bör undvikas eftersom det minskar helthetsvärdet då skötseln försvåras, död vegetation fastnar och det blir en barriär. Botten av bassängen ska ligga ovanför högsta grundvattenyta för att förhindra att botten skjuts uppåt. Botten kan vid behov tätas med ett membran. I ruta F ges förslag på växter som kan användas i torrbassänger.



Figur 7. Principskiss över en torrbassäng med tillrinning via ränna och ett underjordiskt rör med oljeavskiljare. Bassängen är utrustad med nödutlopp/strykt avledning som leder vattnet till avloppsledning eller naturlig recipient. Detta för att säkerställa att tömning under 1-3 dagar uppnås. Efter Københavns Kommune 2011b.



Figur 8. Principskiss över en torrbassäng med infiltration och tillrinning från ränna och omgivade områden. Slänterna bör utformas med mjuka kurvor och flacka slänter för att öka det estetiska upplevelsevärde. Efter Københavns Kommune 2011b.

G. Förslag på växter i torrbassänger

(Københavns Kommune 2011e)

Lågväxande buskar:

Potentilla fruticosa, *Hedera spp*, *Ribes alpinum*, *Symphoricarpos chenaultii*, *Chaenomeles japonica*

Gräs och örter:

Festuca rubra ssp. rubra -tricho, -comm., -duris
Festuca arundinacea, *Agrostis capillaries*,
Agrostis stolonifera, *Lolium multifl.* *Westerwoldicum*, *Poa pratensis*

Förbassänger

Följande information om förbassänger är från Københavns Kommune (2011c). Förbassänger används för att rena dagvattnet från föroreningar innan det leds till ett annat dagvattenelement, recipient eller avlopp. Inloppet kan utformas så att vattnets hastighet minskas genom att kläs med stenar, planteras med vass eller en vattendelare, se figur 9. Man kan antingen anlägga en ö eller en dämning i form av en vall i mitten på bassängen för att ytterligare minska hastigheten på vattnet. Förbassänger kan sammanlänkas med andra typer av bassänger till exempel genom att dela upp bassängen i två delar och skilja dem åt med en jordvall där man kan placera en gång- eller cykelväg. Den första delen blir förbassäng och den andra en våt bassäng, de kopplas samman med ett rör i jordvallen. Förbassänger passar även bra att kopplas samman med rännor eller diken.

Egenskaper förbassäng:

Reduktion av vattenvolym	Låg - Ingen
Reduktion av intensivt regn	Låg- Medel
Rening av SS	Hög
Rening av kväve	Låg - Medel
Rening av tungmetaller	Hög
Rening av olja	Hög
Rening av bekämpningsmedel	Hög
Landskapsvärde	Medel-Högt

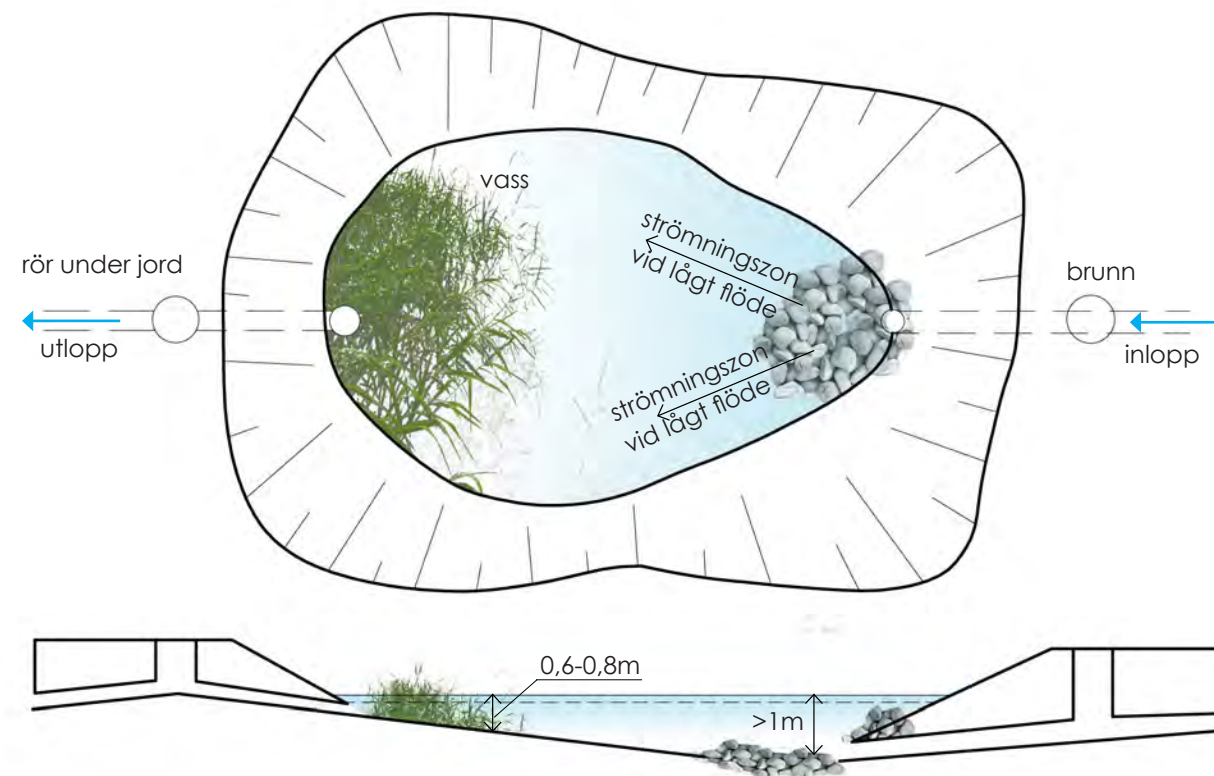
Reningseffekt

Det sker många olika reningsprocesser i förbassänger. Bassänger som planteras med växter har särskilt god reningsförmåga, speciellt av miljöfarliga ämnen som tungmetaller, olja eller bekämpningsmedel. Rening sker till följd av en ökad biologisk omsättning och filtrering i rotzonen. Tungmetaller och miljöfarliga ämnen sedimenterar och långsamt nedbrytbara ämnen omsätts på sikt. Olja fastnar, bryts ner och avdunstar om det finns ett nedsänkt utlopp, näringsämnen bryts ner på biologisk väg genom att tas upp i växter och omsätts i växternas rotzoner av mikroorganismer men de bryts även ner genom solens UV-strålning eller avdunstar. För att ytterligare öka

reningseffekten kan växter som tar upp oönskade ämnen eller binder dem i rotzonerna planteras i olika zoner i bassängen.

Vegetation

Genom att anlägga förbassängen som en delvis planterad bassäng säkras både en optimal vattenhastighet och en ökad reningseffekt genom filtrering/adsorption i rotzonen samt via upptagning av ämnen i till exempel vass. Utformningen av bassängens vattendjup är avgörande för vegetationen. Områden med lägre vattendjup, 0,6-0,8 m kommer snabbt att bli bevuxna med vass eller liknande. Önskas en fri vattenyta bör vattendjupet vara minst 0,8-1,2 m. Slänterna kan besås med gräs, planteras med andra växter eller kläs med stenar.



Figur 9. Principskiss över en förbassäng. Genom att använda stenar vid inloppet minskar hastigheten på vattnet liksom användning av vegetation vid utloppet. Vegetationen ökar även reningseffekten genom filtrering och adsorption i rotzonen. Efter Københavns Kommune 2011c.

Infiltrationselement

Enligt Backhaus och Jensen (2010) finns en rad dagvattelement som har som huvudsyfte att infiltrera vattnet i marken. Alla infiltrationselement är också en typ av fördröjningselement då vattnet inte kan rinna ner i jorden med samma hastighet som det strömmar till dagvattelementet. Dimensionering av dessa element beror på jordens hydrauliska konduktivitet, vilket kan utgöra ett problem vid anläggning då den informationen ofta är bristfällig. Den hydrauliska konduktiviteten varierar ofta kraftigt i urbana miljöer tack vare många års exploatering och kompaktering av jord. Utöver direkta mätningar kan jordens hydrauliska ledningsförmåga uppskattas efter den ytliga jordstrukturen, vegetationens växtkraft och förekomsten av vattenansamlingar. Infiltrationselementen ska vara tömda efter 1-3 dagar. Exempel på infiltrationselement är permeabel beläggning, infiltrationsyta, regnträdgård, regnvattenkassetter, och wadi (kombination av svackdike och regnvattenkassetter) (Backhaus och Jensen 2010). I det här arbetet beskrivs endast regnträdgård då det är ett dagvattelement som kan kombineras med olika typer av vegetation.

Regnträdgårdar

Följande information om regnträdgårdar är från Københavns Kommune (2011d). En regnträdgård är en växtbädd med plats för att regnvatten kortvarigt ska kunna uppehålla sig där. Regnvattnet leds till ett utgrävt område med lämplig jord och växtlighet som kan tåla såväl torra som våta perioder, se figur 10. Under detta anläggs ett lager med sand/grus som ökar infiltrationskapaciteten och därefter kan även regnvattenkassetter placeras vid behov för ytterligare fördröjning och infiltration. Vid större ytor som ska avvattnas kan det med fördel etableras flera och mindre regnträdgårdar istället för en stor. Mindre regnträdgårdar kan kopplas ihop med varandra genom diken eller rännor. Om vattnet inte får infiltrera kan ett tätskikt anläggas under så att regnträdgården endast fungerar som ett fördröjningsmagasin. Beroende på förhållandena på platsen kan anläggningen förses med ett bräddutlopp.

Regnträdgårdar kan anläggas på många olika sätt och med olika form och visuellt uttryck, till exempel finns det en stor mångfald i val av vegetation.

Regnträdgårdens egenskaper:

Reduktion av vattenvolym	Medel-Hög (med kassetter under)
Reduktion av intensivt regn	Medel
Rening av SS	Medel-Hög
Rening av kväve	Låg
Rening av tungmetaller	Medel
Rening av olja	Medel-Hög
Rening av bekämpningsmedel	Medel-Hög
Landskapsvärde	Högt

Reningsseffekt

Dagvattnet renas genom att föroreningarna antingen tas upp av växterna, bryts ner av mikroorganismer och solljuset eller sedimenteras och binds till sediment och växter. Ett visst lerinnehåll i jorden främjar reningen av tungmetaller som binds bra till lera. De små mängder olja som rinner av från till exempel parkeringsplatser bryts ner av solljuset och följer inte med dränvattnet eller utgör problem för växterna.

Vegetation

Vegetationen transpirerar vattnet och gör att regnträdgården kan bli ett estetiskt tilltalande inslag samtidigt som den gynnar fåglar och andra smådjur. Valet av växter är avgörande för regnträdgårdens visuella uttryck. Växterna måste tåla vattenmättade förhållanden, periodvis torka och kalkfattiga förhållanden. Vid vägar och parkeringar har regnträdgårdar ofta ett eller flera större träd utöver övrig lägre vegetation. Valet av art är viktigt eftersom trädet ska tåla salt och att rötter inte får förstöra den omgivande beläggningen. På sandiga jordar, eller där det placeras ett extra dräneringslager under regnträdgården kan växtförhållandena bli förhållandevis torra trots att regnvatten tillförs. Om jorden däremot innehåller mer lera blir regnträdgården fuktig under längre perioder, vilket

påverkar valet av vegetation. Arter som *salix* och *populus* kan inte planteras i regnträdgården då de täpper igen dräneringsrör. Körsbärsträd bör också undvikas då de under våta förhållanden utsöndrar ett gift som drabbar trädet. Se ruta F för exempel på växter som passar vid anläggning av en regnträdgårdar.

F. Förslag på växter till regnträdgårdar

(Backhaus och Jensen 2010)

Perenner:

Acorus calamus, Alchemilla mollis, Aquilegia vulgaris, Caltha palustris, Filipendula ulmaria, Geranium pratense, Lysimachia ciliata 'Fire Cracker', Lythrum salicaria, Menyanthes trifoliata, Ranunculus acris

Gräs:

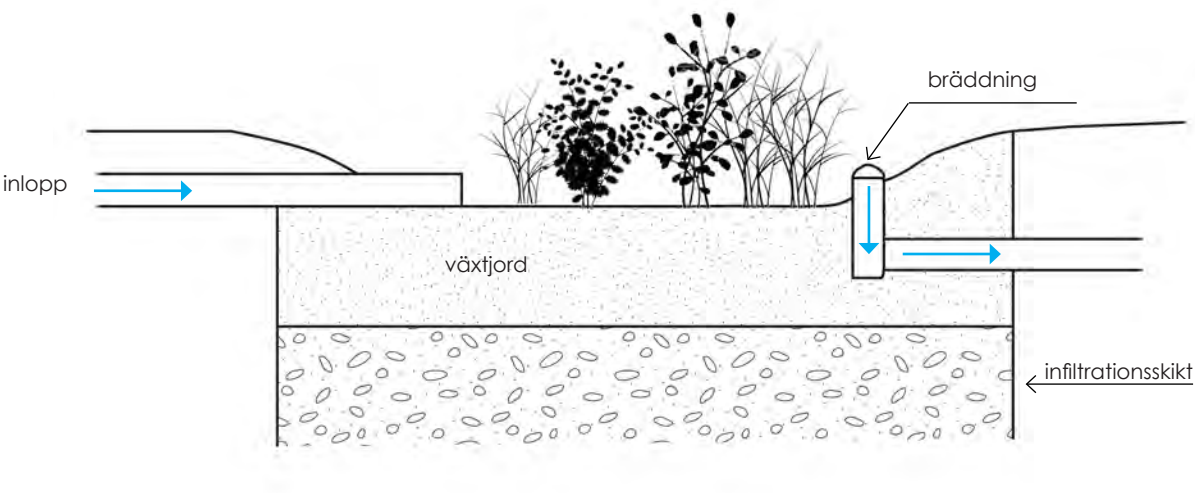
Alopecurus pratensis, Carex riparai, Cynosurus cristatus, Juncus effusus

Buskar:

Aronia melanocarpa, Cornus sanguinea, Hippophae rhamnoides, Myrica gale, Ribes nigrum, Vaccinium corymbosum

Träd och buskträd:

Alnus glutinosa, Prunus padus, Rhamnus frangula, Viburnum opulus



Figur 10. Figuren visar en prinsipskiss över uppbyggnaden av en regnträdgård. Regnträdgården består av ett lager växtjord under detta anläggs ett lager sand/grus för att öka infiltrationskapaciteten. Under detta lager kan ett tätskikt läggas för att undvika infiltration till grundvattnet. Efter Københavns Kommune 2011d.

Transportelement

Backhaus och Jensen (2010) beskriver transportelement som svackdike, rör eller ränna. Använder man sig av svackdike menar de att samtidigt som vattnet transporteras kan en viss magasinering, infiltrering och transpiration ske. Rör används till underjordisk transport av vattnet för att underlätta planering och anläggning vid starkt trafikerade gator eller för att säkra en snabbt borttransportering av vattnet.

Svackdiken

Följande information om svackdiken är från Københavns Kommune (2011e). Genom att leda dagvattnet från tak eller markbeläggningar i svackdiken kan avdunstning eller infiltration av vattnet ske samtidigt som vattnet transporteras vidare. Diken kan antingen vara naturliga sänkningar i terrängen eller grävda och uppbyggda med en botten av sand och grus som gör att vattnet kan magasineras och antingen infiltreras till grundvattnet eller ledas bort, se figur 11. Större stenar kan placeras i svackdiket för att fördröja, syresätta och fördela vattnet, se figur 12. Om man vill öka fördröjning och infiltration ytterligare kan diket även förses med långsgående dämningar. Svackdiken bör undvikas vid områden som nyttjas mycket, till exempel lekplaster då slitage skadar växtligheten och pressar samman det översta jordlagret. Ett svackdike ska inte vara permanent vattenfyllt utan avvattnas inom 2-3 dygn. Vattendjupet ska uppgå till ca 30 cm för hänsyn till växter och av säkerhetsskäl. För en naturlig karaktär kan svackdiket kopplas i hop med ett eller flera dagvattenelement som regnträdgårdar eller olika bassänger.

Svackdikets egenskaper:

Reduktion av vattenvolym	Medel
Reduktion av intensivt regn	Hög
Rening av SS	Medel-Hög
Rening av kväve	Låg
Rening av tungmetaller	Medel
Rening av olja	Hög
Rening av bekämpningsmedel	Medel
Landskapsvärde	Högt

Rening

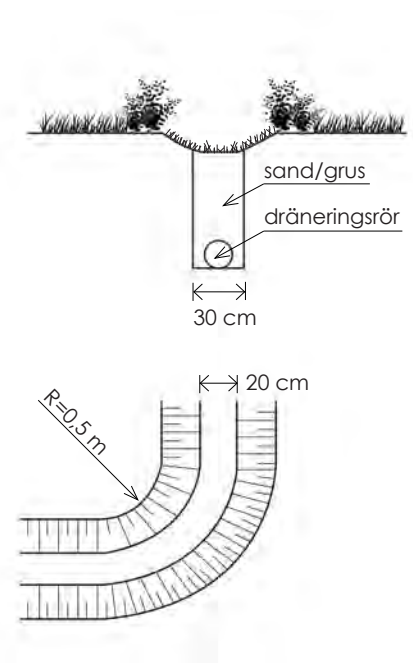
Rening av dagvattnet sker då det strömmar över diket yta och när det infiltrerar i jorden. Rening sker genom att ämnen tas upp i växterna, binds till sandpartiklar och filtreras genom grus- och jordlager.

Vegetation

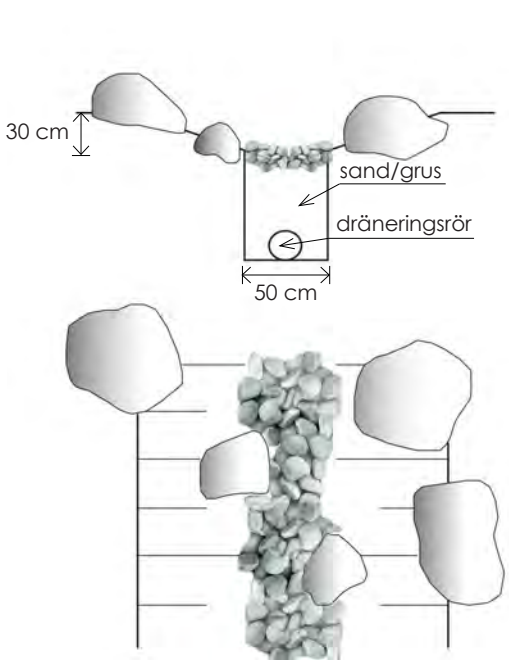
För att vegetation ska trivas bör det översta jordlagret bestå av minst 30 cm bra mulljord. Växterna ska tåla kortvarig vattenmättnad såväl som längre perioder av torka. Växterna på sidorna av diket bör ha en tät rotstruktur för att förhindra erosion. De flesta svackdiken är planterade med olika sorters gräs. Naturligt förekommande arter som rajgräs och svingel kan användas. Se ruta G för förslag på växter i svackdiken.

G. Förslag på växter till svackdiken
(Københavns Kommune 2011e)

- Lågväxande buskar:
Potentilla fruticosa, *Hedera spp*, *Ribes alpinum*, *Symphoricarpos chenaultii*, *Chaenomeles japonica*
- Gräs och örter:
Festuca rubra ssp. rubra -tricho, -comm., -duris
Festuca arundinacea, *Agrostis capillaries*,
Agrostis stolonifera, *Lolium multiftl*, *Westervoldicum*, *Poa pratensis*



Figur 11. Figuren visar ett svackdike med en botten av sand och grus där vattnet kan magasineras, ledas bort eller infiltrera till grundvattnet. Efter Københavns Kommune 2011e.



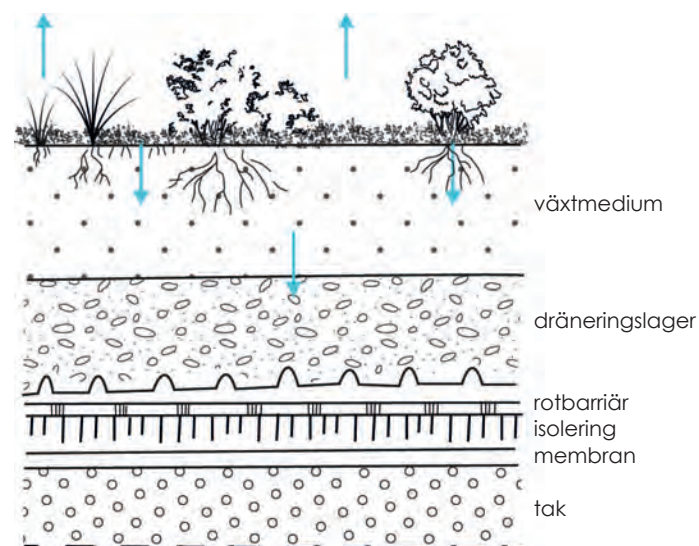
Figur 12. Ett svackdike med stenar fördröjer, syresätter och fördelar vattnet. Efter Københavns Kommune 2011e.

Avdunstningselement

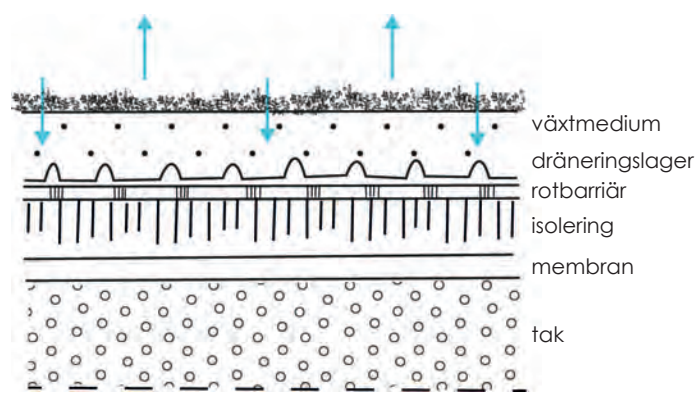
Som tidigare nämnt är avdunstning en långsam process och räknas inte med vid dimensionering av dagvattenelement, men har ändå en stor betydelse för den samlade vattenbalansen (Backhaus och Jensen 2010). Gröna tak är effektiva för avdunstning då de är dagvattenelement som tillförs vatten kontinuerligt vilket ger maximal avdunstning.

Gröna tak

Gröna tak är uppbyggda av ett system som består av ett växtmedium, dräneringslager och ett vattentätt lager (Backhaus och Jensen 2010). Den fördröjande kapaciteten förhöjs med en ökad storlek av växtmediumet. *Intensiva gröna tak* har ett tjockare växtmedium och där skapas förutsättningar för plantering av gräs, perenner, buskar och små träd se figur 13. *Extensiva gröna tak* har ett tunnare växtmedium, väger mindre och kan i större utsträckning klara sig utan skötsel, som till exempel vattning, jämfört med intensiva tak, se figur 14. Dessa tak planteras vanligen med sukulenter, mossor och gräs (Backhaus och Jensen 2010).



Figur 13. Figuren visar hur ett intensivt tak är uppbyggt. Det tjockare växtmediumet möjliggör för plantering av gräs, perenner, buskar och mindre träd. Efter Backhaus & B. Jensen 2010.



Figur 14. Denna figur visar hur ett extensivt grönt tak är uppbyggt. Sedumtak är det mest vanliga växtmaterial som används vid dessa tak. Efter Backhaus & B. Jensen 2010.

Under vår och sommar tar växterna upp en stor del av regnvattnet och en stor avdunstning sker (Københavns Kommune 2011f). Avrinningen från gröna tak reduceras därmed kraftigt och den mängd som rinner av avleds långsammare. Vid små nederbördsmängder samlas allt vatten upp men vid större regn är det bara delar av nederbörden som samlas upp. Vid intensiva regn är reduktionen av avrinningen begränsad och beror på uppbyggnaden av växtmediumet och dräneringslagret, men det sker ändå en utjämning av flödet då vattnet leds genom det gröna taket (Københavns Kommune 2011f).

Enligt Københavns Kommune (2011f) kan gröna tak användas i stort sett på alla typer av byggnader men passar bäst på nya byggnader, även om det också fungerar att bygga på existerande tak. De menar vidare att utöver de konstruktionsmässiga frågorna är det nödvändigt att även se till de estetiska förhållandena. Byggnadens arkitektoniska uttryck måste tas i beaktande. En annan designparameter är takets olika färguttryck över säsongen, vilket påverkar både den enskilda byggnaden och den samlade bebyggelsen. Vid design av gröna tak finns många möjligheter att samspela med både arkitekturen och omgivningen. Livstiden för gröna tak beräknas enligt Københavns Kommune vara 25-50 år. De poängterar vidare att gröna

tak stödjer en rad andra funktioner som ökad biologisk mångfald, bättre lokalklimat till följd av ökad luftfuktighet, rening av luftföroreningar, ljudisolering, värme och kyl-isolering samt förlängning av takets livstid. Gröna tak kan också kopplas samman med andra dagvattenelement. Uppsamling av takvattnet kan också ske för att användas till trädgårdsbevattning. På platta tak leds vattnet till en taknedsilningsbrunn.

Vegetation

Vid val av växter för gröna tak är det ofta sedum och mossor som används (Veg Tech 2014). Mikroklimatet på taket är extremt när det kommer till vind och temperatur som skiftar kraftigt. Det gör att urvalet av växter begränsas kraftigt. Växtvalet sker med hänsyn till själva uppbyggnaden av taket, växtmediumet och sol-/skuggförhållanden (Københavns kommune 2011f). När det gäller mossor och lavar kan de magasinera hela 15 mm vatten innan de är helt vattenmättade. Enligt Ericsson⁸ är mossor den mest torktåliga om man jämför med sedum. Han poängterar att trots att sedum är en torktålig växt kan den torka ut om man anlägger allt för branta kanter. I ruta H följer exempel på vilka växter som kan användas på gröna tak (Københavns kommune 2011f).

Ekotak

Ekotak, även kallat bruna tak, är uppbyggda på liknande sätt som gröna tak, skillnaden är att vid designen så är det övergripande målet att stödja den biologiska mångfalden (BrownRoofs.co.uk u.å). Vid anläggning av ett ekotak använder man ofta lokal jord från området för exploatering, därefter kan man låta taket vara orört och låta arter som finns på platsen kolonisera taket och skapa ett nytt habitat (BrownRoofs.co.uk u.å). Man kan också använda sig av en mer komplex design och komplettera med tilläggsselement som kan vara riktade till specifika arter, exempel på dessa är: Vattenpölar, trästockar, stenar, lokalt växtmaterial insamlat i omgivningarna, våtmarksmiljöer eller olika nivåer och landformer.

H. Förslag på växter för gröna tak

(Københavns kommune 2011f)

Mossor:

Abietinella abietina, *Barbula unguiculata*, *Brachythecium albicans*, *Bryum argenteum*, *Ctenidium molluscum*, *Encalypta streptocarpa*, *Funaria hygrometrica*, *Pllytrichum juniperinum*, *Ptilidium cilare*

Ängsvegetation:

Campanula redundifolia, *Dianthus arenarius* 'Weibull', *Origanum vulgare*, *Poa alpina*, *Prunella grandiflora*, *Thymus serpyllum*

Örter:

Arabis ferd. -coburgii Old Gold, *Campanula carpatica* 'Blue Clips', *Iris pumila* 'Blue Denim', *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis*, *Mentha x piperita*, *Phlox subulata* 'Emerald Cushion Blue'

⁸. Tom Ericsson fil. dr i botanik SLU Ultuna. Intervju 17 mars 2014

Sammanfattning

Våta bassänger ger en hög reduktion av intensiva regn genom att samla upp och fördröja dagvattnet. Samtidigt uppnås en effektiv rening av dagvattnet och det finns möjlighet att skapa stora rekreativa värden. En våt bassäng kräver dock stort utrymme och en hel del skötsel, dessutom måste man ha tillgång till grundvattnet eller tillförsel av vatten på konstgjord väg. En **tillfälligt våt bassäng** kan ha en fluktuerande vattennivå och kan med fördel utformas som en våtmark. **Torra bassänger** är temporärt översvämmade markförsänkningar som ansamlar regnvatten i två till tre dagar innan vattnet infiltrerar eller avleds genom en strypt avledning till annan dagvattenanläggning eller recipient. Torrbässänger har mindre reningseffekt än våta bassänger eftersom att allt vatten dräneras. De kan konstrueras med eller utan ett membran i botten. Utan membran förekommer viss infiltration, men den är ofta för långsam för att matcha den krävande tömningstiden som ska vara 1 till 3 dagar. **Förbassäng** är en typ av torr bassäng med har större reningseffekt.

En **regnträdgård** är en växtbädd med plats för att regnvatten kortvarigt ska kunna uppehålla sig där. För att öka infiltrationskapaciteten kan ett lager med sand/grus och/eller regnvattenkassetter placeras under regnträdgården. Om vattnet inte får infiltrera kan ett tätskikt anläggas under så att regnträdgården endast fungerar som ett fördröjningsmagasin. Vegetationen gör att regnträdgården kan bli ett estetiskt tilltalande inslag samtidigt som den gynnar fåglar och andra smådjur. Växterna måste tåla vattenmättade förhållanden, periodvis torka och kalkfattiga förhållanden. Växtförhållandena ter sig olika beroende på jordens sammansättning och om extra dränering placeras under regnträdgården blir växtförhållandena torra trots tillförsel av regnvatten.

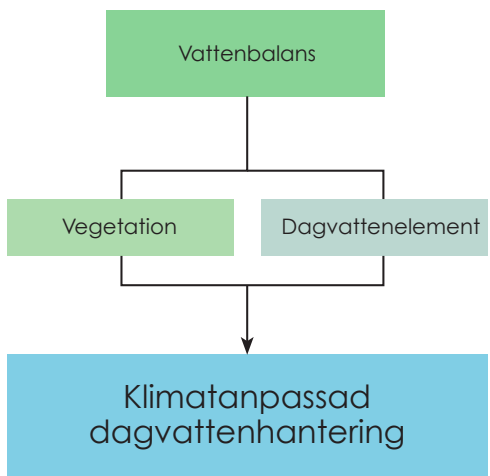
I ett **svackdike** kan avdunstning eller infiltration av dagvattnet ske samtidigt som vattnet transporteras vidare. Ett svackdike kan vara en naturlig sänkning i terrängen eller ett grävt dike med en botten uppbyggd av sand och grus. Detta gör att vattnet kan magasineras och antingen infiltreras till grundvattnet eller ledas bort. Vill man fördröja, syresätta och fördela vattnet kan större stenar placeras i diket. För en naturlig karaktär kan svackdiket kopplas i hop med ett eller flera dagvattenelement som regnträdgårdar eller olika bassänger. Vegetationen ska vara torktålig och samtidigt tåla vattenmättnad i några dygn.

Gröna tak tar upp och transpirerar en hel del nederbörd, vilket gör att avrinningen från taken reduceras måttligt till kraftigt beroende på takets uppbyggnad. Gröna tak är mångfunktionella, kan utformas för att höja byggnadens estetiska värde och kan på olika sätt anpassas för att främja den biologiska mångfalden. På grund av det extrema mikroklimatet begränsas valet av växter kraftigt. **Ekotak** är uppbyggda på liknande sätt som gröna tak, skillnaden är att vid designen så är det övergripande målet att stödja den biologiska mångfalden.

När det kommer till att välja dagvattenelement för en gestaltning bör man se till platsens förutsättningar, samt vilken funktion man är ute efter - fördröjning, infiltration, transport eller avdunstning av dagvattnet. Rening kan ske i alla de dagvattenelement som finns beskrivna ovan, dock varierar graden av rening beroende på vilket dagvattenelement som används och hur det utformas.

Sammanfattning av DEL 1 - Bakgrund

De pågående klimatförändringarna ökar mängden dagvatten som behöver tas om hand och därmed också risken för översvämning. Om man enbart använder sig av konventionella dagvattensystem blir de överbelastade då de är dimensionerade för ett 10-års regn. Därför behövs en lokal dagvattenhantering som är anpassad för ett förändrat klimat. För att åstadkomma detta kan man inspireras av den naturliga vattenbalansen och låta nederbörden antingen lagras tillfälligt, avdunsta eller rinna av till lokal recipient. Vegetationsområden är en förutsättning för dessa processer. Genom vegetationsytors vattenupptagning och infiltration av vatten minskar avrinningshastigheten och mängden vatten som når recipient eller avlopp. En vegetationsklädd yta har ca 10 ggr mindre vattenavrinning än en hårdgjord yta, och utnyttjandet av vegetation i dagvattenhanteringen möjliggör därför att mer vatten kan fördröjas och infiltrera till grundvattnet eller magasineras för att användas vid torrperioder. I figur 14 visas hur vi utgår från den naturliga vattenbalansen för att uppnå en klimatanpassad dagvattenhantering.



Figur 15. Figuren visar en sammanfattning av bakgrunden - hur man genom att inspireras av den naturliga vattenbalansens process kan kombinera vegetation med dagvattenelement för att uppnå en klimatanpassad dagvattenhantering.

DEL 2 - Fallstudie Östra Gäddviken

I den här delen beskrivs Östra Gäddviken, ett område i stadsdelen Kvarnholmen i Nacka kommun, som är platsen för vår fallstudie. Vi valde Östra Gäddviken som fallstudie då vi var intresserade av ett projekt som befann sig i ett tidigt skede i planprocessen, för att inte bli styrda av en befintlig gestaltning. Då Östra Gäddviken ligger i Stockholm ansåg vi även det som en fördel som skulle underlätta platsbesök. Vi såg även möjligheten att arbeta med både dagvattenhantering och grönstruktur i gestaltningen av Östra Gäddviken, vilket passade vårt syfte. I gestaltningsförslaget testas inhämtad kunskap från Del 1, och är ett exempel på hur man kan kombinera vegetation med dagvattenhantering för göra ett stadsbyggnadsprojekt bättre anpassat för ett förändrat klimat.

Fallstudien bygger på en sammanställning och analys av *Program för detaljplaner Kvarnholmen, Hästholmssundet och Östra Gäddviken* samt landskapsarkitektkontoret Urbios gestaltningsförslag för Östra Gäddviken.

Kvarnholmen och Östra Gäddviken

Kvarnholmen är en halvö i Nacka kommun, belägen ca 5 km från Slussen i Stockholm. På ön växer en ny stadsdel fram i en unik historisk miljö som både är präglad av sitt industriella arv och den omgivande skärgården. Den nya stadsdelen beräknas inrymma 2 500 bostäder, grundskola, förskolor, kultur- och stadsliv, parker och strandpromenader (Kvarnholmen Utveckling AB (KUAB) 2014). I den nya stadsdelen är Östra Gäddviken det område vi tittar närmare på, se karta 2. Det är också den sjätte (och sista) detaljplanen (DP) som behandlas i Nacka kommuns planprogram *Program för detaljplaner Kvarnholmen, Hästholmssundet och Östra Gäddviken* (Nacka kommun 2005). Då

Östra Gäddviken ligger i direkt anslutning till Svindersviken rinner dagvattnet naturligt av direkt dit, men hårdare miljökrav och ett förändrat klimat gör att dagvattenhanteringen är något som särskilt bör beaktas i planeringen och utformningen av området.

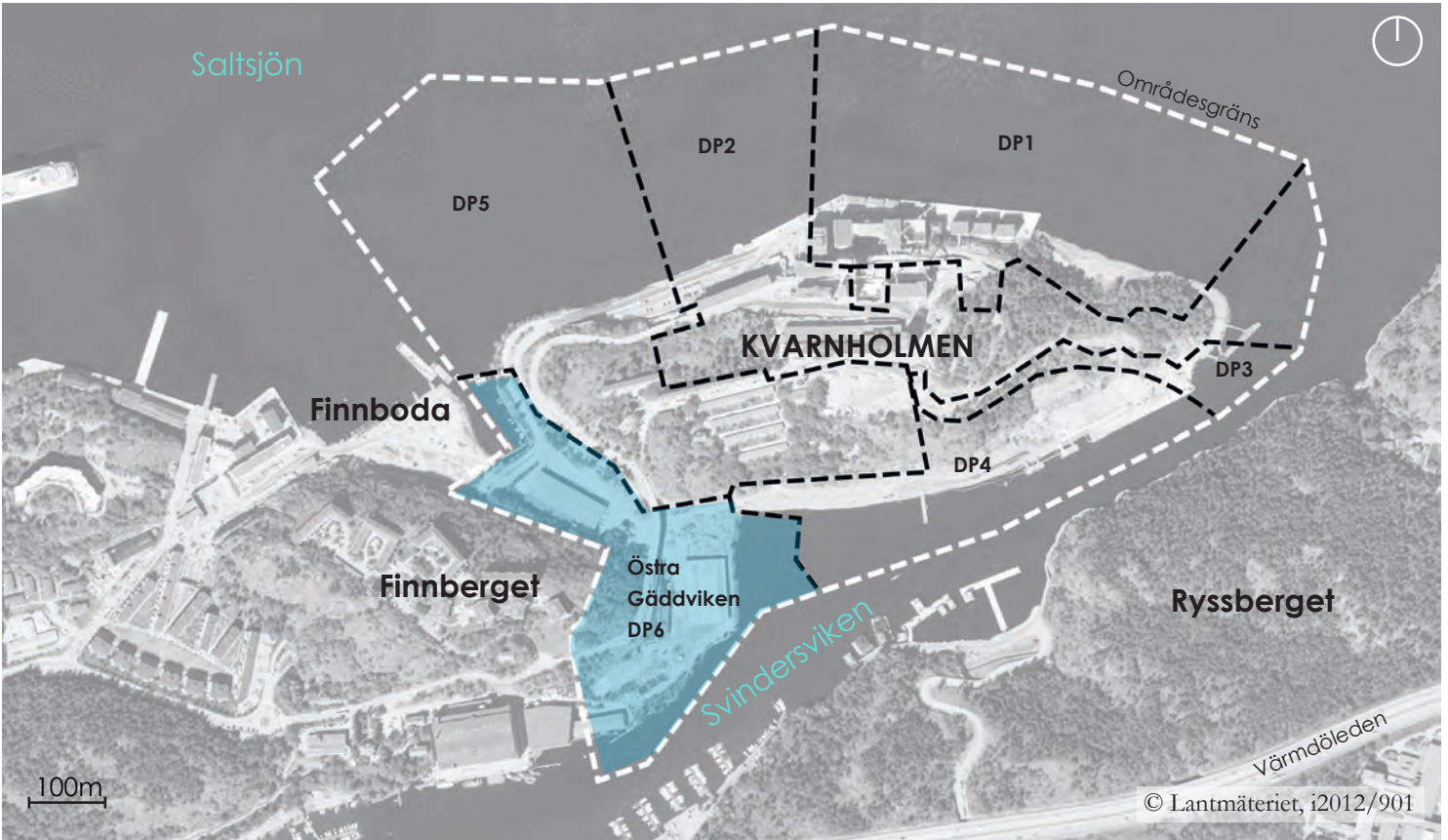
Planeringsprocessen

Enligt Ida Niklasson⁹ som är projektutvecklaren för Kvarnholmen Utveckling AB (KUAB) har planprogrammet för Kvarnholmen tagits fram på initiativ av Koooperativa förbundet (KF) Fastigheter och har sedan arbetats fram i ett samarbete med Nacka kommun. 2006 sålde KF halva Kvarnholmen till JM, vilka de har arbetat tillsammans med sedan dess och tagit fram detaljplaner, vägar och ledningsnät. Årsskiftet 2012/2013 köpte Peab och Folksam KF:s del. Det finns totalt sex detaljplaner inom programområdet. Till de första tre gjordes inga dagvattenutredningar som därför finns bara för DP 4 och 5. Projektutvecklaren berättar att Nacka kommun vill ha så mycket

rening och fördröjning som möjligt på kvartersmark, och inom DP 5 har det satsats på rening genom fördröjning. Arbetet med DP 6 förväntas börja hösten 2014.



Karta 1. Översikt över Kvarnholmens läge i Stockholm.



Karta 2. Detaljplaner 1-6 för Kvarnholmen. DP 6 Östra Gäddviken är blåmarkerad.

--- Detaljplanegränser

⁹ Ida Niklasson, projektutvecklare Kvarnholmen Utveckling AB. Personligt möte 12 mars 2014.

Historia

Östra Gäddviken är beläget mellan Finnbergets fot och Svindersviken (Nacka kommun 2005). Platsens har länge använts för industriellt bruk, se karta 3, vilket medför att både mark och botten sediment i Svindersviken är kraftigt förorenade, vilket beskrivs i planprogrammet (Nacka kommun 2005). Vidare beskrivs att 1871 anlades där en superfosfatfabrik för tillverkning av konstgödsel. Tillhörande fabriken var de trähus där fabriken arbetare bodde. Dessa hus finns idag kvar vid Finnbergets fot på norra sidan om Kvarnholmsvägen. 1929 köpte KF upp superfosfatfabriken och startade oljeverksamhet på södra sidan av Kvarnholmen med bland annat en oljehamn vid

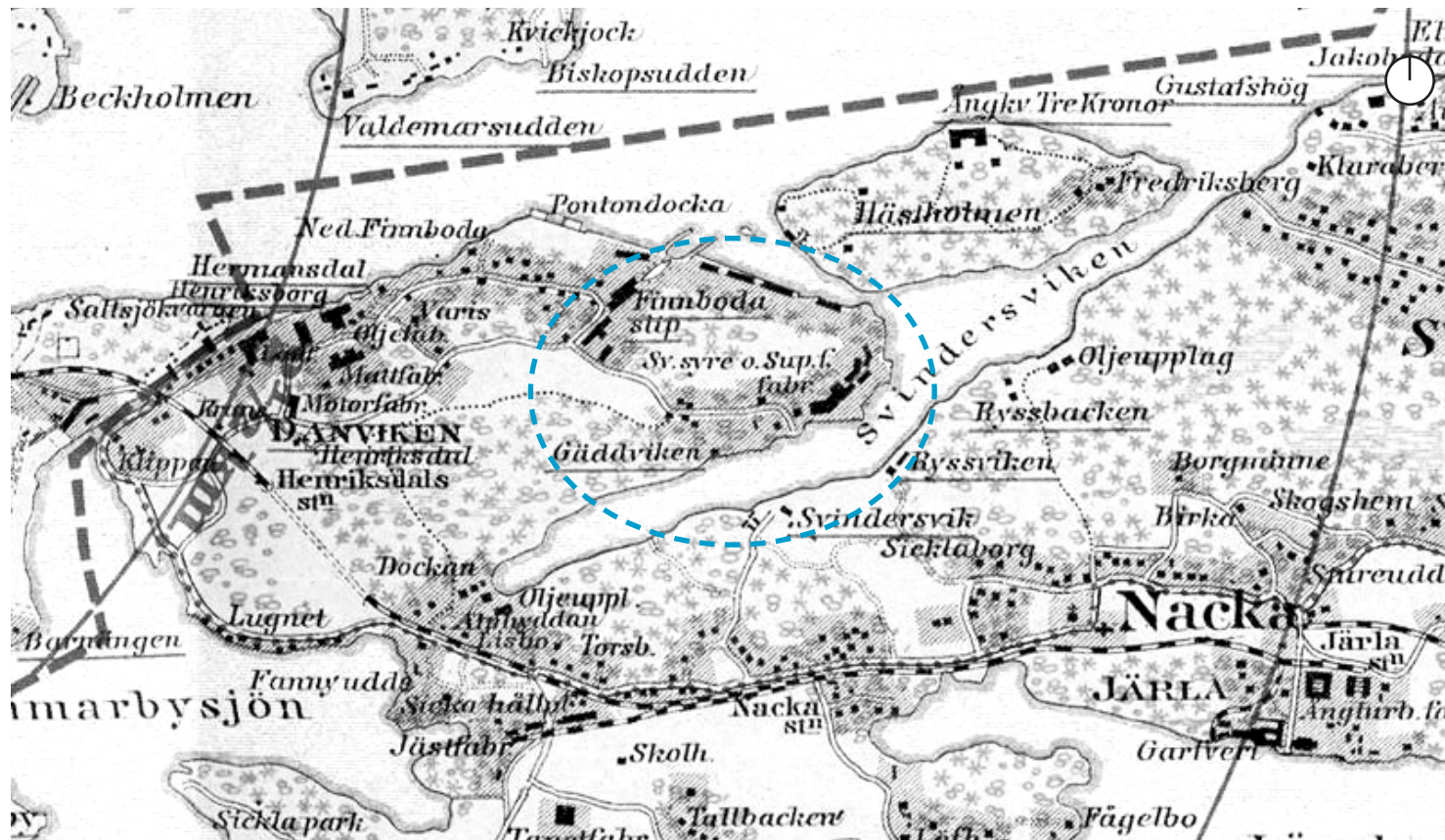
Svindersvikens inlopp. Området rymmer ett antal anläggningar som uppfördes på 1960-talet. Idag är verksamheten avvecklad och området är redo för sanering innan de nya bostadsområdena byggs.

Klimat

Programområdet har ett så kallat dämpat sjölägesklimat, vilket betyder mindre dygns- och årstidsvariationer än normalt (Nacka kommun 2005). Vintertid skuggas de lägst belägna delarna av Finnberget av Ryssberget och dess höjdparter. Vindhastigheten i området är hög och förväntas överstiga vindhastigheten i regionen som helhet. Området är särskilt exponerat för nordliga och nordostliga vindar (Nacka kommun 2005).

Grönstruktur och vegetation

Swindersviken med omgivning utgör den innersta delen av Nacka-Värmdökilen och erbjuder ett dramatiskt landskap med vackra naturområden. Naturskyddsföreningen i Nacka (2010) menar att de områden med höga naturvärden på Kvarnholmen finns på södra och östra sidan. Där växer det gammelekar, se det inringade området på karta 4. På södra sidan finns också en speciell flora med gråådra och piggfrö. I planprogrammet (Nacka kommun 2005) ges en översiktlig bild av vegetationen. Kvarnholmen beskrivs ha en intressant ruderatflora som kommit till platsen tack vare den tidigare kvarnindustrin.








Karta 3. I den inringade delen av kartan ligger Östra Gäddviken, där ser vi vart superfosfatfabrikerna tidigare var belägna. Kartan är ifrån 1912. Karta: Stockholms stadsarkiv 2013, Wikimedia commons.

— — — Östra Gäddviken



Karta 4. Kartan visar grönstruktur och vegetationstyper inom planprogramsområdet över utvecklingen av Kvarnholmen.

-  Hällmark
  Blandskog
-  Tallskog
  Lövskog
-  Område med mest värdefull vegetation

Enligt Nacka kommun finns den mest intressanta floran finns på sydbranten nedanför platån och på östra och syd-östra udden av Kvarnholmen, se karta 4 föregående sida. Där finns ett skyddsvärt vegetationsparti med inhemska växter som; fältmalört, backlök, bergör, blodnäva, blåmunkar, tjärblomster, hållveronika och förvildat kaukasiskt fetblad, se foto 8-13. Delar av Kvarnholmen består av naturligt kala hållmarker medan andra delar innehåller tallar och gamla ekar, se foto 7. Vidare uppmanas i planprogrammet att bevara och utveckla de grönområden som finns eftersom de är betydelsefulla för områdets skärgårdsskäraktar och biologiska mångfald. Mitt emot

Kvarnholmen ligger Ryssberget med Stockholms närmaste urskog. Där finns många gamla träd, speciellt tallar och mycket död ved (Naturskyddsföreningen i Nacka 2010).



Foto 7. Fotot visar förekomsten av hållmark med inslag av ek och tall i Östra Gäddviken.

Befintlig flora på Kvarnholmen



Foto 8. Bergör *Calamagrostis epigeios* (L.). Foto: C. Fischer 2008.



Foto 9. Tjärblomster *Lychnis viscaria*. Foto: Prazak 2006.

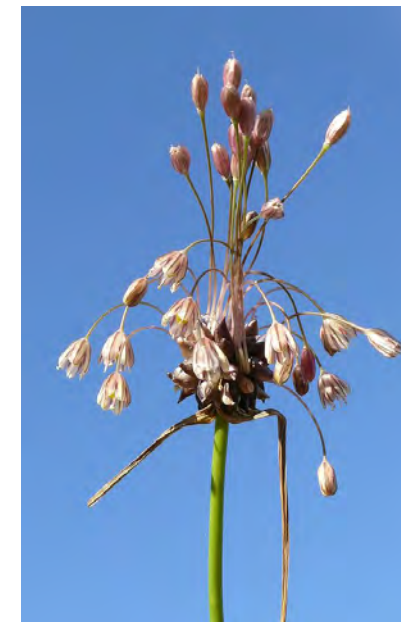


Foto 10. Backlök *Allium oleraceum*. Foto: B. Haynold 2007.



Foto 11. Blodnäva *Geranium sanguineum*. Foto: I. Leidus 2013.



Foto 12. Blåmunkar *Jasione montana*. Foto: Darkone 2005.

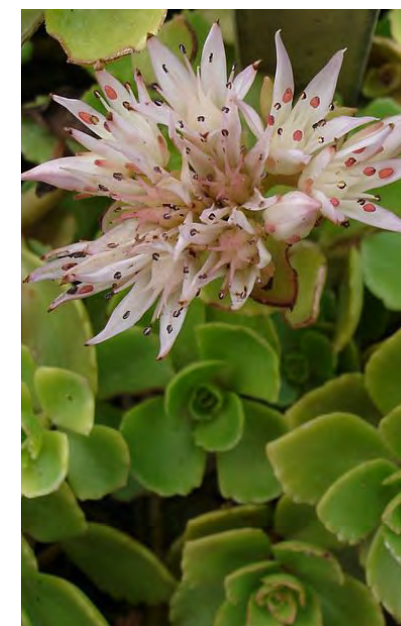


Foto 13. Kaukasiskt fetblad *Phedimus spurius*. Foto: Bouba 2013.

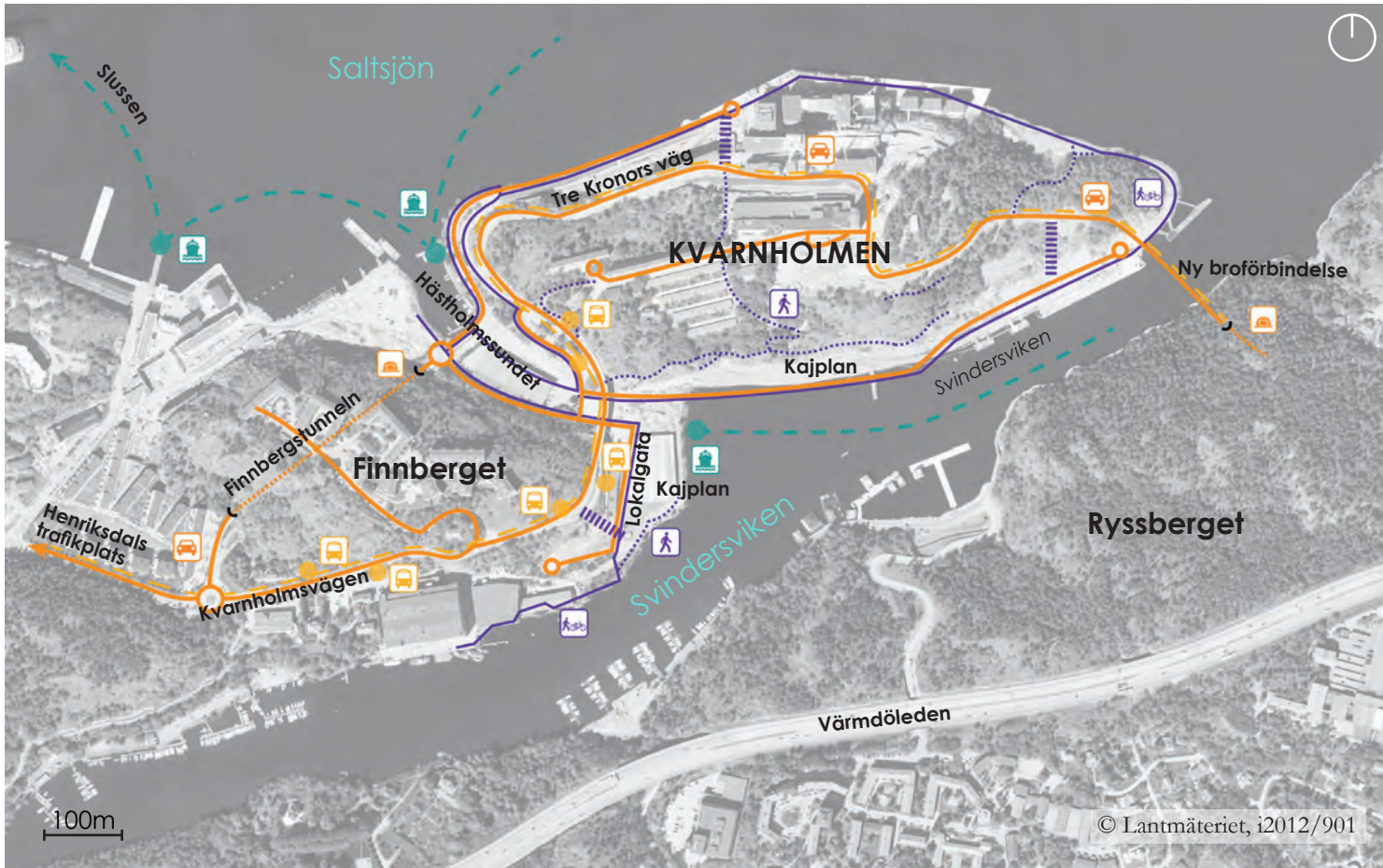
Kommunikationer

Idag nås Kvarnholmen via Henriksdals trafikplats och Kvarnholmsvägen, därefter finns två alternativa tillfartsvägar – Finnbergstunneln och Kvarnholmsvägen med bro över Hästholmssundet (Nacka kommun 2005). På grund av områdets topografi föreslås i planprogrammet (Nacka kommun 2005) att det nya trafiksystemet följer befintlig vägstruktur. Kvarnholmen får en ny förbindelse med Nacka via en högbro över Svindersviken. Den nya

förbindelsen bildar tillsammans med Tre Kronors väg och Kvarnholmsvägen en central huvudgatan genom Kvarholmen. Genom Östra Gäddviken går Kvarnholmsvägen på platånivå längs Finnberget och en ny lokalgata kommer att ansluta till Kvarnholmen via kajnivå.

Kollektivtrafiken kommer främst att utgöras av busstrafik och kan eventuellt kompletteras med färjeförbindelse från Slussen. Bilparkering ska i huvudsak förläggas under mark med hänsyn till planområdets topografi och bebyggelsens täthet. Utöver det föreslås kantstensparkerings utmed gator för korttids- och besöksparkering. I planprogrammet anges de allmänna stränderna som en stor tillgång och attraktion, där kommer ett gång- och cykelstråk säkerstäl-

las utmed hela kuststräckan. I Östra Gäddviken ordnas en strandpromenad med gång- och cykeltrafik utmed kajerna. De vertikala kommunikationerna beskrivs som en utmaning, då man på ett enkelt sätt ska kunna förflytta sig mellan kajplanet och Kvarnholmsvägen dygnet runt. För att lösa detta föreslås trappor och hiss eller bergbana



Karta 5. Kartan visar föreslagna kommunikationer på Kvarnholmen.



Foto 14. Fotot visar en av de befintliga gångvägarna längs med Svindersviken. Den dramatiska topografin är en utmaning för alla typer av kommunikationer på Kvarnholmen.

Riktlinjer för dagvattenhantering i Nacka kommun

I Nacka kommun finns en dagvattenstrategi och en dagvattenpolicy. Dagvattenstrategin är en sammanställning av dagens kunskaps- och rättsläge samtidigt som den innehåller rekommendationer för det fortsatta arbetet med kommunens dagvattenfrågor.

År 2008 arbetade Nacka kommun fram en dagvattenstrategi (2008 ss. 5-6) som ska vara gemensam för dagvattenhanteringen i Nacka samt fungera som ansvarsfördelning mellan kommunens olika enheter. Strategin ligger till grund för dagvattenpolicyn som var nödvändig att ta fram då problem med den lokala dagvattenhanteringen uppstått (Nacka kommun 2008 s. 4). I dagvattenstrategin påpekas att dagvattenhantering måste komma in tidigt i planprocessen för att tillmötesgå de nationella, regionala och lokala miljömålen. Dagvattenstrategin syftar bland annat till att uppnå tre av de 16 nationella miljö kvalitetsmålen. De miljömål som kan kopplas till dagvattenhantering i programområdet är resurshållning och att eftersträva slutna kretslopp samt, förhindra spridning av nya föroreningar, värna om den biologiska mångfalden som en del i utvecklingen och bevarandet av skönhets- och miljövärden (Nacka kommun 2005). Detta visar att dagvattenhanteringen i Nacka kommun utgör en viktig del i att nå upp till dessa miljö kvalitetsmål.

Två år senare arbetade Nacka kommun (2010) fram en dagvattenpolicy som togs fram med kommunens dagvattenstrategi från 2008 som grund. Dagvattenpolicyn ger riktlinjer för hur arbetet med dagvatten ska gå till, det vill säga att dagvatten ska avledas på ett miljöanpassat och kostnadseffektivt sätt. I ruta I visas de riktlinjer som är relevanta att följa i det här arbetet.

I. Riktlinjer från Nacka kommuns dagvattenpolicy (2010):

- Dagvatten bör så tidigt som möjligt återföras till det naturliga kretsloppet och i första hand omhändertas lokalt inom fastigheten.

- Behovet av dagvattenrening skall avgöras utifrån föroreningarnas mängd och karaktär, förutsättningarna i varje område och utifrån recipientens känslighet.

- All fysisk planering som kan påverka dagvatten ska ske långsiktigt och beakta förväntade klimatförändringar.

Dagvattenhantering

Inom programområdet finns ett privatägt VA-nät som byggdes på 1940- och 1970-talet och inte bedöms ha tillräcklig kapacitet för att användas vid utbyggnaden av de nya områdena (Nacka kommun 2005). För DP 1, 2 och 3 har inga dagvattenutredningar gjorts utan det var först vid framtagandet av DP 4 och 5 detta gjordes. Dagvattenutredningarna är gjorda av Ramböll (2011 och 2013) och utgår bland annat från Nacka kommuns dagvattenpolicy.

Följande information är hämtad från dagvattenutredning för DP 4 av Ramböll (2011) på uppdrag av KUAB. Förslag på rening av dagvattnet beskrivs utifrån recipientens miljö kvalitetsnorm (MKN). MKN för kemisk status i Svindersviken är god kemisk ytvattenstatus till 2021. Hamnverksamheten i Svinderviken har gjort att den klassas som kraftigt modifierad och den kemiska statusen är förnärvarande klassad till “uppnår ej god”, vilket beror på att halten av kvicksilver i fisk överskrider EU-gränsvärdet samt att tributyltenn överskrider högsta tillåtna koncentration.

Vid planering av dagvattenhantering menar Ramböll (2011) att hänsyn måste tas till nuvarande och framtida markanvändning. Generellt är föroreningsinnehållet i dagvattnet lågt och bara i några fall överskrider riktvärdena. Huvudföroreningskällorna för bly, suspenderad substans (SS) och olja i dagvatten är motorfodonstrafik. Förekomst av kadmium är beroende av byggnadsmaterial och långväga atmosfäriskt nedfall men kan också härledas till trafik. Den största vägen inom området är Kvarnholmsvägen. Den har en uppskattad årsdygnstrafik på 9700 fordon och kräver ej rening av dagvattnet enligt Nacka kommuns dagvattenstrategi (Nacka kommun 2008). Där anges att vatten från lokalgator med 8-15 000 fordon per dygn inte kräver rening för utsläpp till mindre känsliga recipienter, och Svindersviken anges vara en mindre känslig recipient.

Dagvattenhantering i DP 4

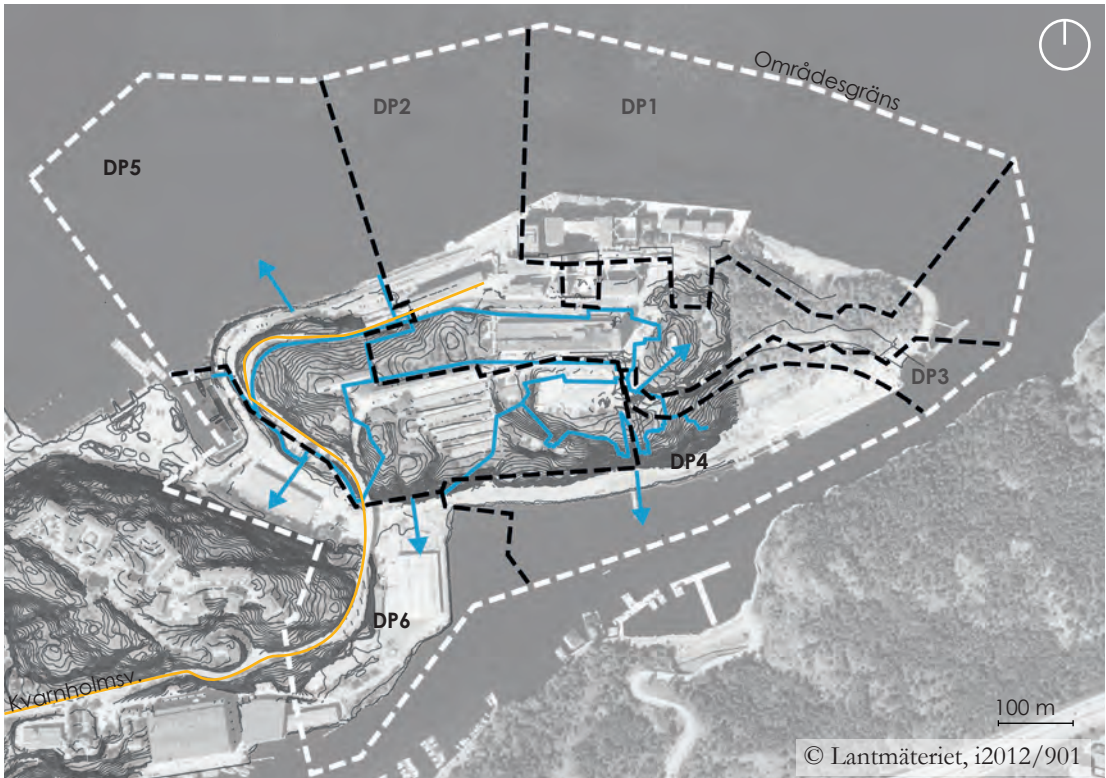
Enligt Ramböll (2011) kommer marken i DP 4 saneras innan den bebyggs eftersom den är kraftigt förorenad, se karta 6 nästa sida. För att omhänderta dagvattnet föreslås växtbäddar uppbyggda som skelettjordar. Dessa ska ta hand om vattnet från tak, terrasser, gårdar, parkeringar och en gata. Vattnet lagras i skelettjorden och tas upp av växterna, föroreningar sedimenterar och näringsämnen tas upp av växterna. Vid större regn kan avrinning ske till Svindersviken men den största mängden kommer omhändertas lokalt och föroreningarna binds in i marken. Vattnet som då rinner av anses ha låga halter av föroreningar. Ramböll (2011) räknar med vatten kommer att bräddas ut i Svindersviken men väntar med att göra beräkningar på vilka regn som kan tänkas medföra bräddning och hur stor volym vatten det rör sig om:

“När markprojekteringen och utformningen av växtbäddar är gjord kan eventuella beräkningar ske på vilka regn som kan tänkas medföra att vatten bräddas ut i Svindersviken. Från bryggorna kommer vattnet att avrinna direkt till Svindersviken, föroreningarna bedöms här som låga.”

(Ramböll 2011)

Dagvattenhantering i DP 5

Följande information är hämtad från dagvattenutredning för DP 5 av Ramböll (2013). Eftersom hela området är brant och jordmånen tunn bedöms infiltrationsmöjligheterna och rening genom fastläggning som mycket begränsad. Här föreslås skelettjordar som fördröjer och minskar halten av föroreningar och gröna tak som innebär flödesutjämning samtidigt som vattnet renas på kadmium. Längs Kvarnholmsvägen föreslås gräsytor som fungerar som fördröjningsmagasin och ger en god rening av näringsämnen, metaller, SS och polyaromater (PAH), trots att rening av dagvatten därifrån inte är ett krav. Exploatering i DP5 kommer inte innebära en försämring av recipientens status utan snarare bidra till att förbättra den både ekologiskt och kemisk. Se karta 6 för avrinningsområden DP 5.

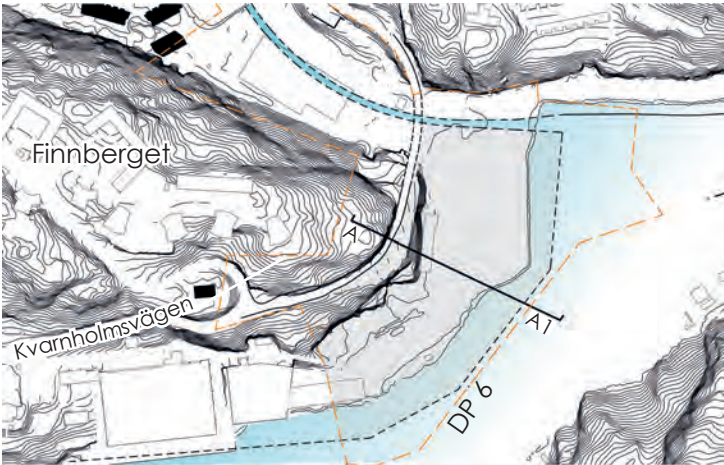


Karta 6. Kartan visar topografin för Kvarnholmen, de olika detaljplanernas läge samt avrinningsområden för DP 5.

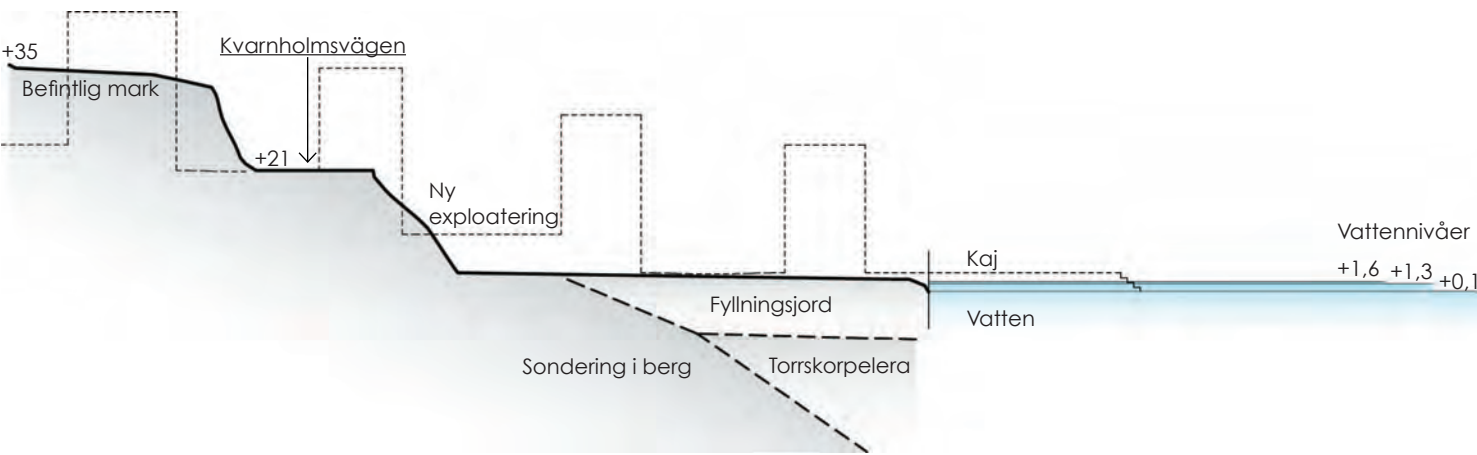
- - - Detaljplanegränser
- Kvarnholmsvägen
- Avrinning detaljplan 5

Dagvattenhantering i DP 6

Enligt Birgitta Held-Paulie¹⁰, programansvarig för miljöbevakning på Nacka kommun är föroreningshalterna i dagvattnet det mest intressanta för dagvattenhanteringen i DP6 (Östra Gäddviken), samt hur man kan rena dagvattnet innan det når Svindersviken. Hon menar att fördröjning är intressant främst med syftet att rena vattnet, men även för att förhindra att det förorenade bottensedimentet i Svindersviken rörs upp om alltför stora mängder vatten leds dit samtidigt. Vidare menar Held-Paulie att arbetet med DP6 precis tagit fart och att man bland annat tittar på tillrinningen till området, som man gärna vill begränsa genom att dränera bort det vatten som kommer uppifrån Finnberget. Enligt Held-Paulie dimensionerar man dagvattenhanteringen efter ett 10-års regn, men visar konsekvenserna för ett 100-års regn.



Karta 7. Kartan är en översiktskarta för DP6 och visar vart sektion A-A1 är dragen.



Sektion A-A1. Sektionen visar topografin i DP6 med befintlig marknivå och ny exploatering, vilket skapar förutsättning för hur dagvattnet kommer rinna i området.

¹⁰ Birgitta Held-Paulie, programansvarig miljöbevakning Nacka kommun. Telefonintervju 13 mars 2014.

En närmare titt på Östra Gäddviken

Idag bedrivs ingen industriell verksamhet i Östra Gäddviken, endast SL:s bussgarage ligger inom detaljplaneområdet (DP 6), men inom Finnberget och Kvarnholmen finns ett antal bergrum för olje- och bensinförvaring som inte fyller någon funktion¹¹. I området finns förhöjda halter av olika markföroreningar i form av arsenik och tungmetallerna kadmium, koppar, bly, zink mm (Nacka kommun 2005).

Avseende oljeföroreningar är Östra Gäddviken till största del sanerad (Nacka kommun 2005). Marken utgörs av utfyllnad - ca 10 m fyllnadsmassa och 10 m lera ovanpå berggrund. Det pågår sanering av hela södra sidan av Kvarnholmen, och i Östra Gäddviken ska marken också saneras innan exploatering, vilket betyder att den förmodligen kommer grävas ut till nollnivån (medelvattenståndet)¹².

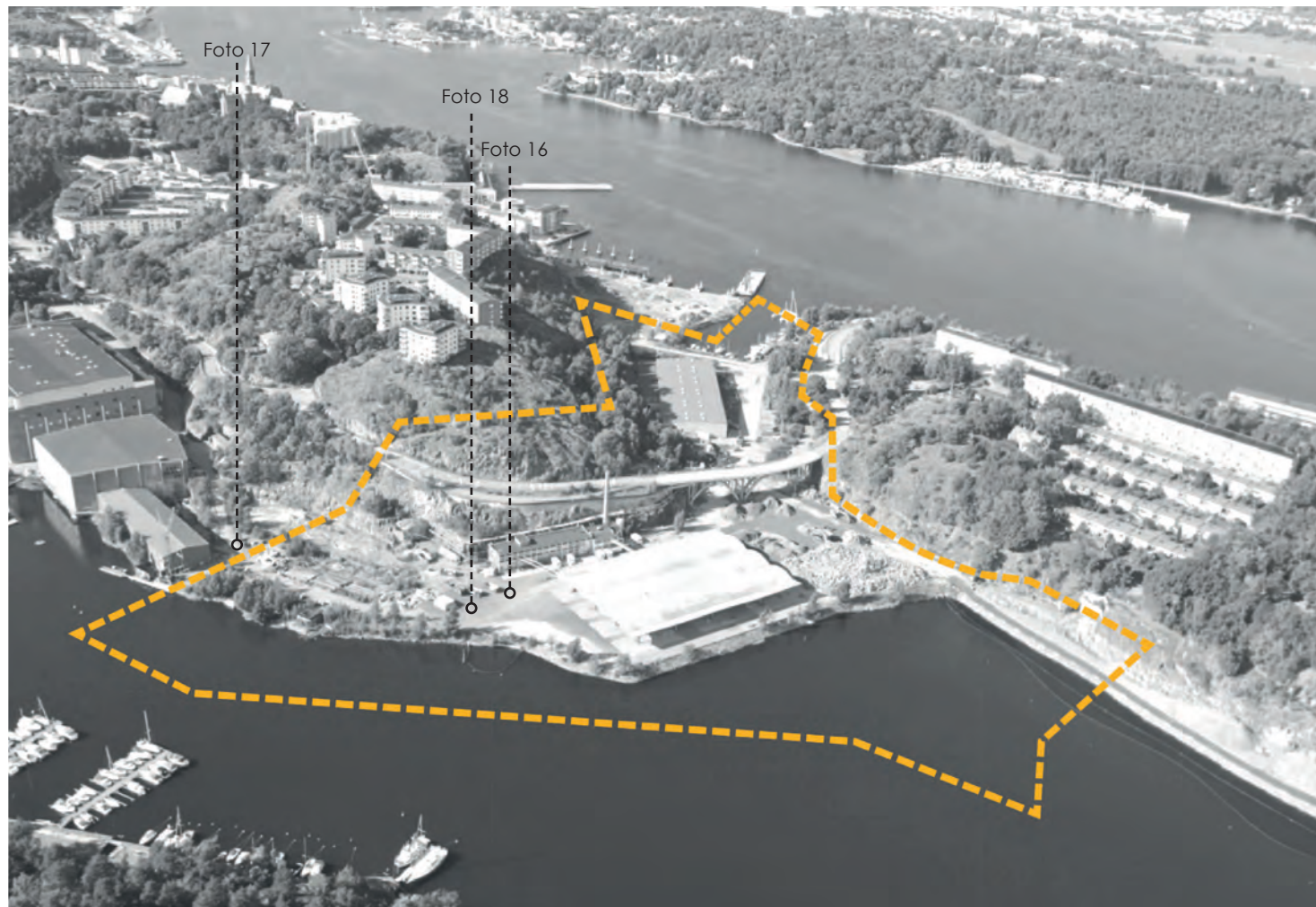


Foto 15. Ett flygfoto över Östra Gäddviken med detaljplanegränsen för DP 6 utmarkerad. Lägg särskilt märke till områdets topografiska förutsättningar. Foto: Kvarnholmen utveckling AB 2014.



Foto 16. I dag bedrivs ingen industriell verksamhet i Östra Gäddviken, här finns endast SL:s bussgarage.



Foto 17. Infarten till Östra Gäddviken som den ser ut i dagsläget.



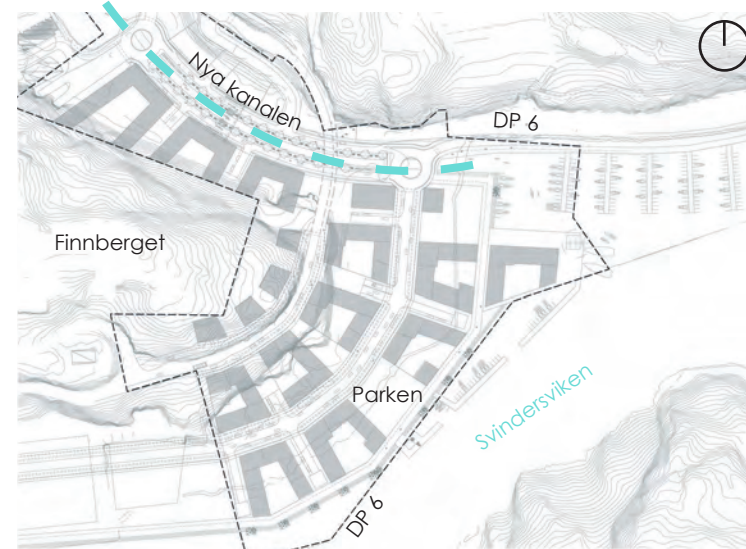
Foto 18. Punkthuset på Finnbergets topp tornar upp sig då man blickar norrut.

¹¹ Ida Niklasson, projektutvecklare Kvarnholmen Utveckling AB. Personligt möte 12 mars 2014.

¹² Birgitta Held-Paulie, programansvarig miljöbevakning Nacka kommun. Telefonintervju 13 mars 2014.

Kvarterstruktur

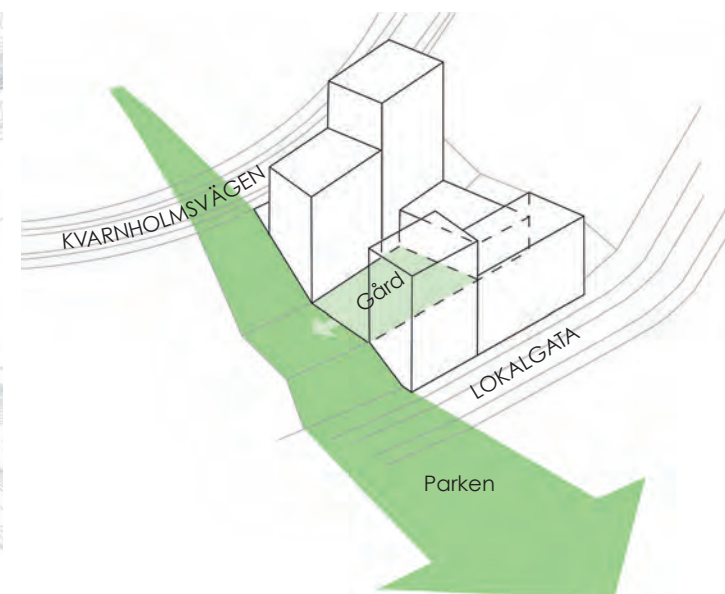
Enligt Urbio (2013) är kvarterens mått och skala skapade för att tillvarata dagsljus till både bostäder och lokaler under dygnet. Typkvarteret har en varierad skala och en stigande skala från vattenrummet upp mot Kvarnholmsvägen och den nya kanalen. Kvarteren öppnar sig antingen mot vattenrummet i söder eller mot eftermiddagsljuset i väster. Varje kvarter kan innehålla en varierad palett av aktiviteter, från bostäder till lokaler i gatunivå med olika typer av verksamheter. Gaturummen kan också utgöra en gemensam yta för de boendes aktiviteter. Topografin tillgängliggörs genom trappor och publika hissar.



Skala 1:6000

Figur 16. Bilden visar kvarterstrukturen för DP 6 och vart den nya kanalen är belägen.

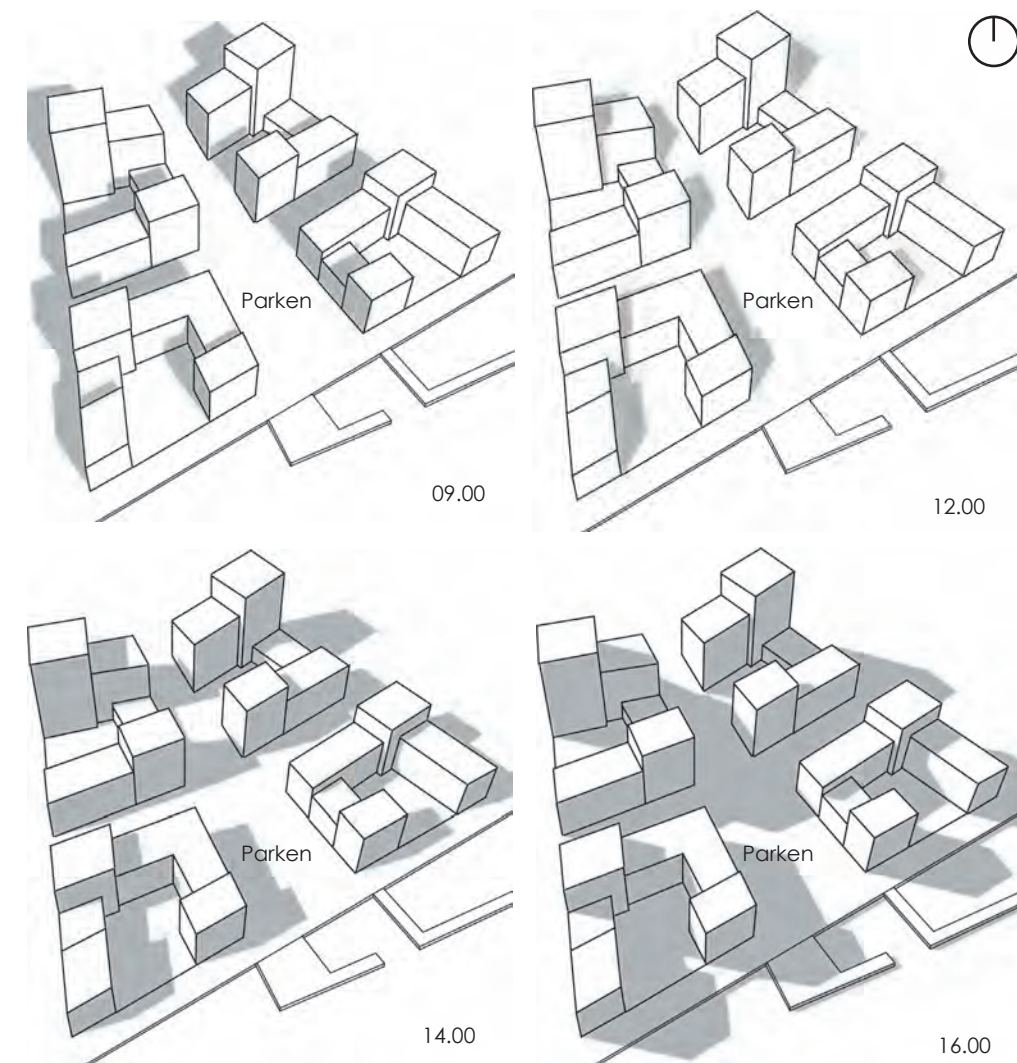
Parken som ligger i mitten av Östra Gäddviken blir den enda stadsparken för området. Den stäcker sig från Finnbergets fot och ner till Svinderviken och blir den största gröna kilen i området. Kvarteren är av olika upplåtelseformer och varierar i antal våningar. De lägsta flerbostadshusen beräknas vara 5 våningar och de högsta är 13 våningar.



Figur 17. Bilden visar ett typexempel på kvarterstrukturen i förhållande till topografin och parken. Figur: Efter Urbio (2013).

Solstudier

Här visas sol- och skuggförhållandena den 25 juni på området som omger parken. Från och med kl 14 är stora delar av västra sidan av parken beskuggad, även en del av de lägre hustaken. Ljusförhållandena har stor betydelse för valet av vegetation.



Figur 18. Illustrationen visar sol och skuggförhållandena i parken med omgivande kvarter. Figur: Efter Urbio (2013).

Mikroklimat

Då Östra Gäddviken är belägen i söder med Kvarnholmen som skydd mot norr förutsätter vi att området inte är särskilt utsatt för nord- och nordostlig vind. Kvarterstrukturen och byggnadernas placering i terrängen har stor betydelse för områdets mikroklimat och blir därmed viktig för valet av vegetation i gestaltningen.

Förutsättningar för vidare arbete med gestaltungsforlaget

Nedan redogörs de förutsättningar vi anser viktiga i vidare arbete med gestaltningen av Östra Gäddviken. Förutsättningarna är sammanställd information från fallstudien.

Markanvändning

Historisk markanvändning är industri, nuvarande är bussdepå och den framtida användningen är klassad som flerbostadshus och skog. Det betyder att vattnet blir renare än innan exploateringen, förutsatt att trafikdagvattnet renas.

Klimat

Klimatet är milt och området är delvis skyddat från nordliga vindar. Utemiljön är till stor del skuggig, detta på grund av den planerade kvartersstrukturen och områdets topografi.

Grönstruktur och vegetation

Ek och tall är de arter som beskrivs som värdefulla för Kvarnholmen, likaså den speciella floran. Dock finns inga värdefulla vegetationspartier inom Östra Gäddviken. Den befintliga vegetationen ska utnyttjas i valet av växter för dagvattenhantering i den mån det är möjligt för att stödja den biologiska mångfalden.

Angränsande detaljplaner

För både DP 4 och 5 föreslås skelettjordar som dagvattenelement för rening. I DP 5 lägger man även till gröna tak för fördröjning och rening av dagvattnet. Huvudföroreningskällorna kommer från trafiken, varför rening av trafikdagvatten måste ske innan det släpps ut till Svindersviken.

Dagvattenhantering

Ingen dagvattenutredning har ännu gjorts för DP 6 men då marken i DP 6 utgörs av fyllnadsmassor och lera är det olämpligt att låta dagvatten infiltrera ner till grundvattnet. Därför bör dagvattenlösningar som leder bort vattnet efter fördröjning och rening tillämpas.

Om man väntar till efter projekteringen med att beräkna vilka regn som kan orsaka bräddning är det försent att planera och utforma översvämningssytor dit vattnet kan ledas vid extrema väder. Det vatten som inte hinner ner i dagvattenelement, eller inte får plats, kommer samlas i lågpunkter och rinna av efter terrängen. Detta vatten bör istället utnyttjas i multifunktionella ytor som har designats för att kunna hantera en tillfällig översvämning och samtidigt bidra till synergieffekter.

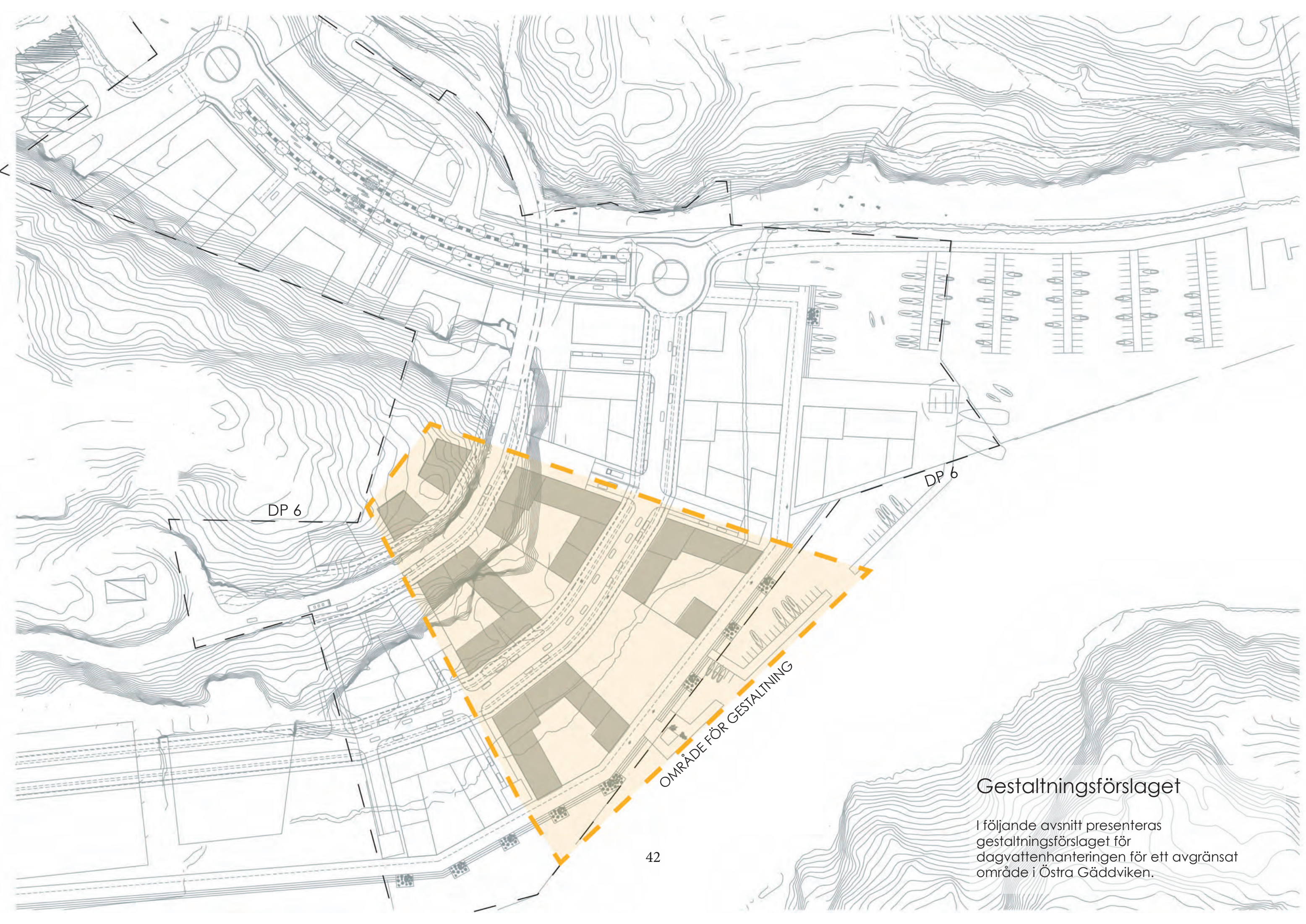
Nacka kommuns dagvattenpolicy

Återför dagvattnet till det lokala kretsloppet och om möjligt ta hand om det inom fasigheten. Behovet av rening ska utgå från recipientens känslighet och föroreningarnas mängd och karaktär. All planering som rör dagvatten ska beakta klimatförändringarna.

Programskiss

Programskissen kompletterar och visar ytterliggare information som vi anser viktig i vidare arbete med gestaltningen. Informationen har sammanställts utifrån kartunderlag från fallstudien (Nacka kommun (2005) och Urbio (2013)).





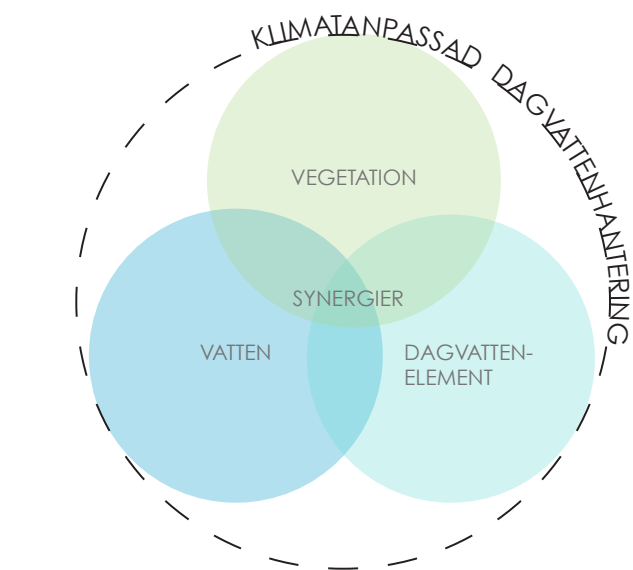
Gestaltningförslaget

I följande avsnitt presenteras
gestaltningförslaget för
dagvattenhanteringen för ett avgränsat
område i Östra Gäddviken.

Koncept

Vi vill fördröja dagvattnet genom att leda det i en meandrande rörelse ned mot Svindersviken. Topografin ger vattnet en naturlig rörelse som gör att vi kan skapa en grönstruktur med en gradient som går från torrt till vått. Gradienten ger upphov till olika biotoper där markfuktighet och vegetation skiljer sig åt.

Längs vattnets rörelsestråk placeras olika typer av dagvattenelement för att fördröja och rena vattnet ytterligare innan det leds till Svindersviken.



Figur 20. Figuren visar hur VATTEN, VEGETATION och DAGVATTENELEMENT tillsammans ger upphov till SYNERGIER. Tillsammans bidrar de alla till en klimatanpassad dagvattenhantering.

VATTEN

vattnets rörelse - från berg till hav



VEGETATION

biotoper - gradient från torrt till vått



DAGVATTENELEMENT

design



GATUSTRUKTUR

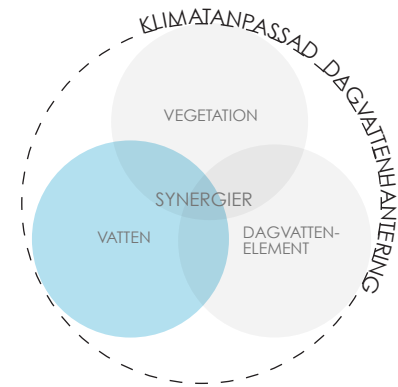
platsens fysiska förutsättningar



BLÅ-GRÖNA SYNERGIER

Vårt koncept ger möjlighet till synergier genom att koppla samman vatten, vegetation, design av dagvattenelement och platsens fysiska förutsättningar.





Dagvattenhantering

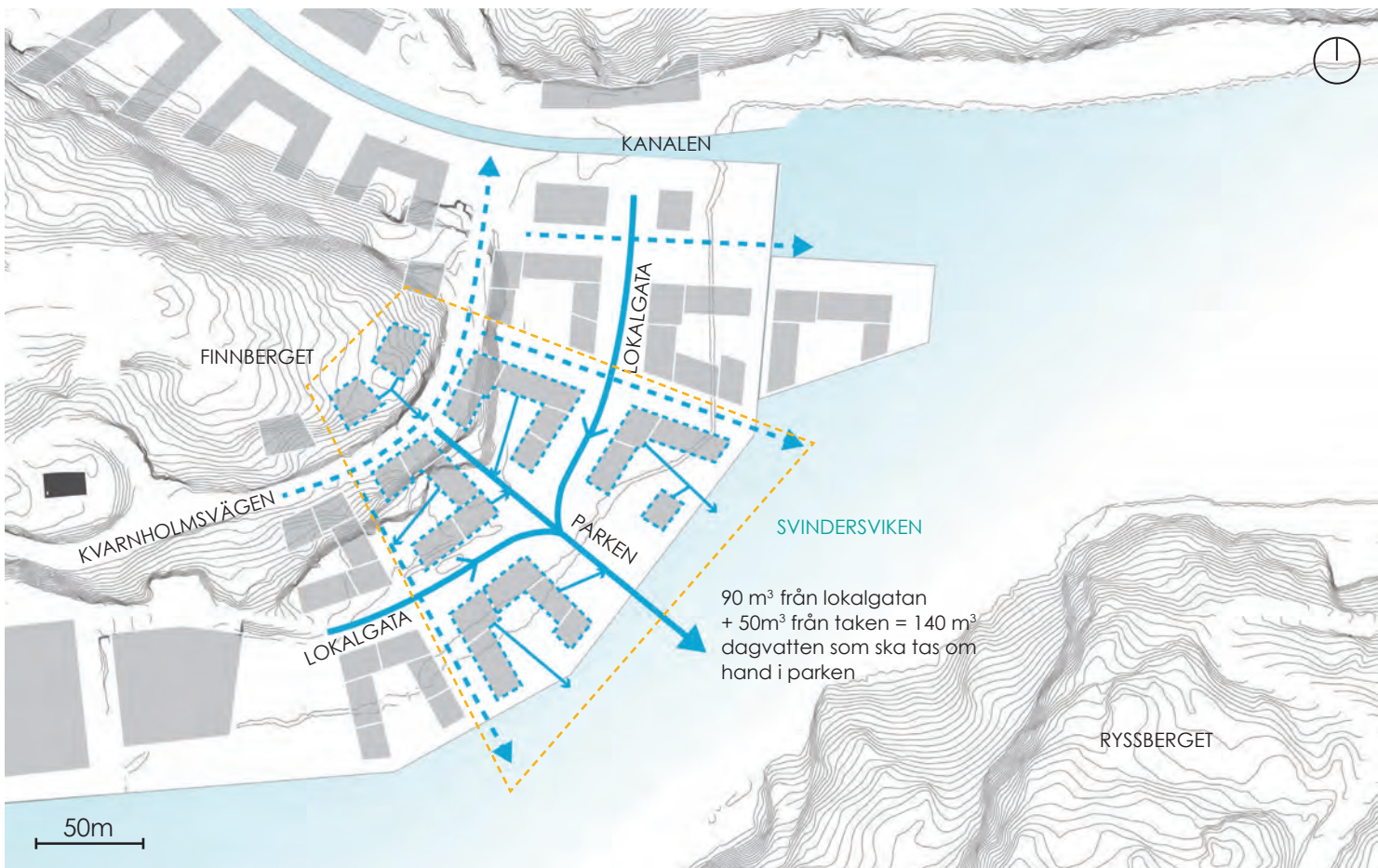
Figur 21 nedan är vårt förslag för hur den översiktliga dagvattenhanteringen ska se ut i området för vår gestaltning. Det dagvatten som kommer uppifrån Finnberget leds bort i öppna diken och dagvattenledningar längs med Kvarnholmsvägen och vidare ner mot kanalen. Kvarnholmsvägen är en kommunalgata, och vattnet tas därmed omhand av kommunen. I övrigt följer dagvattnet topografin i området och leds i riktningen ner mot Svindersviken. Från lokalgatan leds vattnet in i parken för att fördröjas och renas innan det släpps ut i Svindersviken. Vattnet från lokalgatan är till viss del förorenat trafikdagvatten.

Takvattnet från husen leds antingen direkt till parken annars fördröjs det inne på bostadsgårdarna innan det leds vidare ner till Svindersviken.

Klimatdata

Vi har utgått ifrån tre olika scenarier då vi gjort flödesberäkningar för vårt område. Dessa är ett 10 års regn med varaktigheten 10 minuter, vilket är standard för dimensioneringen i Sverige idag¹³. Ett 100 års regn med varaktigheten 10 min beräknat utifrån ett förändrat klimat enligt SVU (2012) samt ett extremregn då vi utgår från den största mängd regn som fallit i Svealand under 1900-2011 (SMHI 2012). Den största nederbördsmängden som föll i Svealand under ett dygn var 188,7 mm (SMHI 2012). Återkomsttiden för ett sådant regn på en väderstation någonstans i Sverige beräknas vara ca 30 år (SMHI 2012). Vi

förutsätter därmed att ett sådant regn kan inträffa igen och bör därför tas med i flödesberäkningarna och dimensioneringen av vårt gestaltungsfor-slag. Efter dessa tre scenarier har vi gjort grova beräkningar på hur mycket vatten som kan behöva tas omhand i parken för att dimensionera dagvattenelementen i vårt gestaltungsfor-slag, se tabell 1.



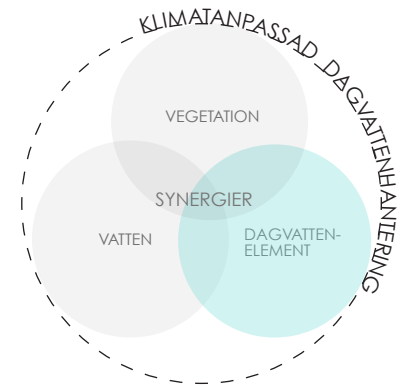
Figur 21. Förslag för avrinningsmönster och flödesriktningar i området samt förslag för takens avrinningsmönster, där vattnet kopplas på de övergripande flödesriktningarna. Volymen dagvatten som ska tas om hand i parken är beräknad efter ett 10 års regn med 13,7 mm nederbörd.

Tabell 1. Avrinningsvolym vid olika nederbördsscenarier.

Tabellen visar tre olika nederbördsscenarier som vi utgår ifrån vid flödesberäkningarna på s. 46. Detta är grova beräkningar för att testa hur gestaltungsfor-slaget kan fungera i praktiken, för beräkningar se Bilaga.

Återkomsttid	Varaktighet	Nederbördsmängd	Total volym vatten för vårt område (gata + tak + park)
10 år	10 min	13,7 mm	141,2 m³
100 år	10 min	24 mm	247 m³
Extremscenario, ca 30 år	Ett dygn	188,7 mm	1946 m³

¹³ Eva Vall, projektledare Stockholm Vatten AB. Intervju 12 mars 2014.



Design av dagvattenelement

Vi har valt ut dagvattenelement från Del 1 efter vår programskiss och vårt koncept. Vid valet av dagvattenelement har vi sett till platsens förutsättningar och krav. I Östra Gäddviken kan ingen infiltration till grundvattnet ske och därför utrustas alla dagvattenelement med ett tätskikt/membran i botten. Det innebär att infiltration endast kan ske till underliggande dräneringslager. För placering av dagvattenelementen se Figur 22.

Svackdike (1)

Ett svackdike (se Del 1 s. 28) leder dagvattnet i en meandrande rörelse genom hela parken och kopplar samman de olika dagvattenelementen. Där linjen är streckad, se illustration h, är diket ersatt av rör under mark då den korsar den trafikerade lokalgatan. I diket slänter planteras rikligt med vegetation som transpirerar vattnet och i botten läggs stenar som fördelar och syresätter vattnet.

Förbassänger (2)

Tre förbassänger (se Del 1 s. 26) placeras utmed svackdiket för att fördröja och rena dagvattnet innan det leds vidare. Förbassänger är effektiva när det kommer till just rening av trafikdagvatten, de minskar vattnets hastighet och passar bra att kopplas ihop med andra dagvattenelement.

Gröna tak och ekotak (3, 4)

En del av taken anläggs som gröna tak (se Del 1 s. 29); en blandning av extensiva (3) och intensiva (4) tak föreslås. Dessa reducerar mängden vatten som når marken och minskar det totala flödet i området. För att utnyttja de estetiska kvaliteterna placeras de flesta av de gröna taken på de lägsta byggnaderna där de är väl synliga. De tak med mest skugga har också valts för att undvika behov av vattning på grund av hög exponering av sol. De intensiva taken anläggs som ekotak (se Del 1 s. 29) vilket skapar ett utmärkt habitat för fåglar, insekter och andra smådjur.

Tillfälligt våt bassäng (5)

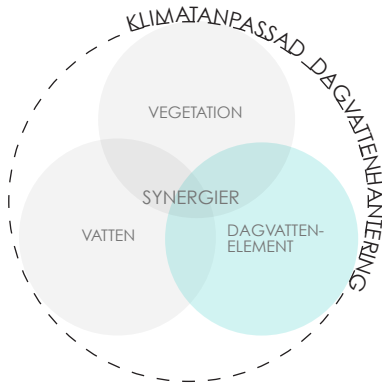
Den sista bassängen närmast Svindersvikenq är en tillfälligt våt bassäng (se Del 1 s. 24) som omhändertar och fördröjer vattnet innan det slutligen leds ut i Svindersviken. Bassängen håller kvar vattnet och låter det sakta infiltrera till ett dräneringsskikt varefter det leds till en strypt avledning innan det når recipienten.

Regnträdgårdar (6)

Längs lokalgatan placeras regnträdgårdar (se Del 1 s. 27) för att fördröja och rena trafikdagvattnet innan det leds vidare in i parken. Underliggande dränering förses med ett rör som kopplas till svackdiket vilket gör att trafikdagvattnet leds genom parkens nedre del. Där lokalgatan möter parken breddas regnträdgårdarna från en till tre meter för att sakta ner trafiken och skapa ett sammanhållet parkrum.



Figur 22. Figuren visar de olika dagvattenelementens placering.



Flödesberäkningar

I tabell 2 visas hur mycket vatten som kan tas upp i de olika dagvattenelementen samt den totala volymen vatten som kan tas om hand och fördröjas. Den totala volymen vatten som kan tas omhand i dagvattenelementen är 287 m³ och den förväntade volymen dagvatten vid ett 100 års regn med gröna tak är 220 m³. Det betyder att all nederbörd kan tas om hand i parken vid både ett 100 års regn och ett 10 års regn.

Vid ett extremscenario med en total vatten volym på 1946 m³ räcker dagvattenelementens storlek inte till, istället leds överskottsvattnet till en temporär översvämningsyta där det så småningom kan rinna undan, se Figur 23. Eftersom extremscenariot har en varaktighet på ett dygn så hinner en del av vatten rinna bort under tiden och allt behöver inte tas om hand på samma gång. Därför är volymen vatten som kan behöva tas omhand vid ett extremscenario, enligt tabell 1 troligtvis i överkant. Ytan för temporär översvämningsyta visar endast en ungefärlig bild av hur vattnet skulle kunna ansamlas.

Tabell 2. Flödesberäkning dagvattenelement.

Tabellen visar hur mycket vatten de olika dagvattenelementen kan ta om hand och fördröja. Totalt sett kan 287 m³ vatten tas om hand, vilket betyder att all nederbörd kan tas om hand både vid ett 10 års regn och ett 100 års regn, för beräkningar se Bilaga.

Dagvattenelement	Volym vatten som kan tas om hand
Svackdike (A)	2,8 m ³
Regnträdgårdar (B1+B2)	45 m ³
Förbassäng (C)	33 m ³
Förbassäng (D)	31 m ³
Förbassäng (E)	43 m ³
Tillfälligt våt bassäng (F)	132 m ³
Totalt:	287 m³



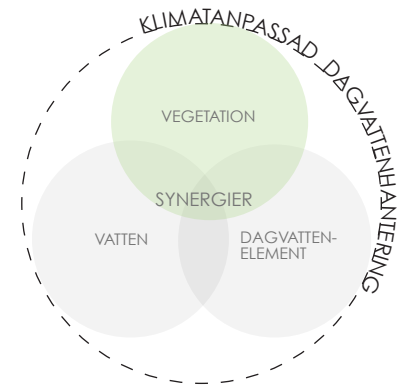
Figur 23. Här visas dagvattenelementen och översvämningsytan.

- Översvämningsyta
- Extensiva gröna tak
- Intensiva gröna tak
- Utan grönt tak

Tabell 3. Flödesberäkning gröna tak.

Tabellen visar nederbörsscenarier för 10 års, 100 års samt ett extrem scenario och volymen vatten som avrinner i vårt område utan gröna tak och med gröna tak.

Nederbördsscenario	Total volym vatten för vårt område (gata + tak + park)	Total volym vatten med gröna tak (enligt vårt förslag)
10 års regn/10 min	141,2 m ³	125,5 m ³
100 års regn/10 min	247 m ³	220 m ³
Extremscenario/ett dygn	1946 m ³	1729 m ³



Växtsamhällen som biotoper

Naturens miljöer delas in i olika grupper med gemensamma drag vad det gäller graden av fuktighet, markens näringsinnehåll och dess kemiska beskaffenhet (Naturhistoriska riksmuseet 1998a). Dessa miljöer omfattar ett flertal olika växtsamhällen som har en diffus avgränsning sinsemellan. Några av dessa miljöer är havsstränder, sötvattensvegetation, kulturmarker, hed-, äng-, stäpp- och myrmarker. Beroende på förutsättningarna på platsen och olika krav på växtmiljöer har vi valt ut de som passar för vårt område i Östra Gäddviken. Dessa är havsstränder, hed- och ängsmarker. De blir en inspiration i vår gestaltning där vill skapa olika biotoper som efterliknar naturliga förhållanden. Figur 24 till höger samt Figur 25 på nästa sida visar vart dessa är placerade.

Hedmarker

Dessa växtsamhällen är lokaliserade på torra, ofta kemiskt sura och näringsfattiga marker (Naturhistoriska riksmuseet 1998a). Vanligen domineras de av ris, smalbladiga gräs och få örter.

Hedtallskog (1)

Hällmarkstallskogen är en typ av hedtallskog och är ett mycket artfattigt växtsamhälle som finns på platser där urberg går i dagen och har en mager jordmån (Naturhistoriska riksmuseet 1998c). Vanligt förekommande vegetation är tall (*Pinus sylvestris*), mossor, lavar, ljung (*Calluna vulgaris*), lingon (*Vaccinium vitis-idaea*), kärleksört (*Sedum maximum*), fårsvingel (*Festuca ovina*) och kruståtel (*Deschampsia flexuosa*). De mossrika tallskogarna återfinns på mindre bergiga marker där det även finns fler örter som skogsviol (*Viola riviniana*).

Ängsmarker

Växtsamhället ängsmarker återfinns på näringsrika marker med en rik vattentillgång (Naturhistoriska riksmuseet 1998a). Här är det begränsat med ris men man finner fler örter och mer bredbladiga gräs.

Änglövskog (2)

Lövängar även kallad äng är kulturmiljöer som skapats genom långvarig hävd, röjning, svedjebruk och slåtter (Naturhistoriska riksmuseet 1998e). Detta har gett upphov till en mosaikartad vegetation med glest stående lövträd och buskar med gräs och talrika örter. På grund av upphörd hävd har majoriteten lövängar vuxit igen idag. Lövängens flora består av ädla lövträd som ask (*Fraxinus excelsior*), lind (*Tilia cordata*) och alm (*Ulmus*) med karaktäristiskt inslag av hassel (*Corylus avellana*) och ek (*Quercus robur*). Även vildapel (*Malus sylvestris*) och hagtornar (*Crataegus*) förekommer. Markskiktet domineras av örter som vitsippa (*Anemone nemorosa*), midsommarblomster (*Geranium sylvaticum*), daggkåpor (*Alchemilla*), prästkrage (*Leucanthemum vulgare*). När slåtter upphör växer lövängarna igen, då dominerar högväxtar örter som älggräs (*Filipendula ulmaria*) på fuktig mark och örnbräken (*Pteridium aquilinum*), även en (*Juniperus communis*). På lång sikt kan en icke hävdad löväng förvandlas till en granskog. Nedan visas ett foto på en Löväng från Biskops-Arnö.



Foto 19. På Biskops-Arnö i en ö i Mälaren växer eken glest och påminner om en svunnen tid då långvarig hävd, röjning, svedjebruk och slåtter var vanligt. Foto: M. Lindberg, Länsstyrelsen i Uppsala län.

Fuktäng (3)

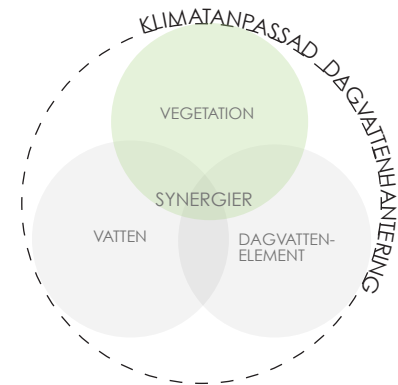
Fuktängar är en generell definition och omfattar en rad olika växtmiljöer (Naturhistoriska riksmuseet 1998b). Beroende på markförhållanden består florans av olika karaktärer och artsammansättningar. Gemensamt för fuktängar är att de består av en örtrik vegetation med storbladiga och relativt bredbladiga gräs, se foto 20. Fuktängar betas ofta vilket har en betydande roll för artsammansättningen. Då betet minskar eller upphör helt växer fuktängar snabbt igen och domineras då av större växande arter som älggräs (*Filipendula ulmaria*) och kärrtistel (*Cirsium palustre*).



Foto 20. Bilden visar en fuktäng anlagd i ett bostadsområde. Veg Tech 2014.



Figur 24 . Illustrationen visar vart vi har valt att placera de olika biotoperna. Placeringen är vald efter den gradient som ger upphov till olika markfuktigheter i parken.



Havstränder (4)

Till skillnad från sandstränder har steniga havsstränder en annan flora (Naturhistoriska riksmuseet 1998d). Här är de finare sedimenten bortspolade, men under stenarna finns ett väl-dränerat jordlager. Stenstranden ges dess speciella karaktär av arter som strandaster (*Tripolium vulgare*), gulkämpar (*Plantago maritima*) och enar (*Juniperus communis*). I klippskrevor påträffas arter som strandloka (*Ligusticum scoticum*), kustbaldersbrå (*Tripleurospermum maritimum*) och skörbjuggsörter (*Cochlearia*). På steniga stränder utmed Östersjön återfinns karaktärsarter som havtorn (*Hippophaë rhamnoides*), strandveronika (*Veronica longifolia*) och gultätel (*Deschampsia bottnica*).

Våtmarker (5)

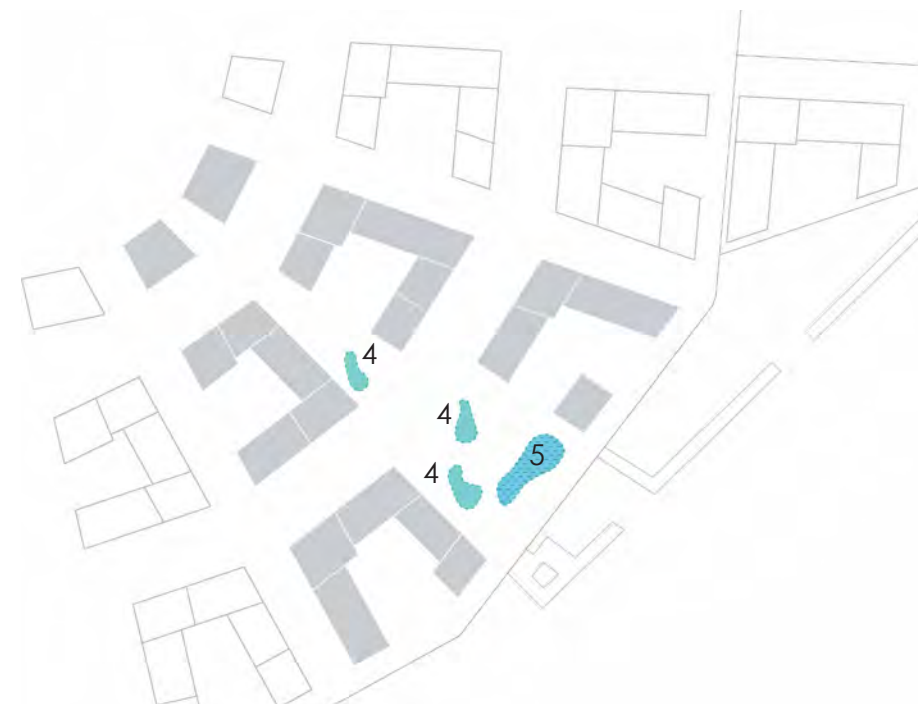
Enligt Naturvårdsverket (2014) är våtmarker de områden som ständigt eller under en stor del av året håller ytvatten eller en fuktig markyta. Det kan både vara öppna vattenytor och angränsande fuktiga markytor med fuktighetskrävande växtarter bland mossor kärlväxter, gräs och halvgräs. Några exempel på sådana arter är kabbeleka (*Caltha palustris*), andmat (*Lemna minor*), gökblomster (*Lychnis flos-cuculi*) och tiggarranunkel (*Ranunculus scleratus*). Våtmarksfloran är vanligtvis beroende av vattenståndsvariationer som hör ihop med olika årstider. Generellt har våtmarker en viktig roll i att lagra vatten och jämna ut flöden. Vattenytans fluktuationer är viktiga för att bevara floran och hindra våtmarken från att växa igen.



Foto 21. Strandvegetation i Norr Mälärstrand, Stockholm. Foto: Veg Tech 2014.



Foto 22. Bilden visar en våtmark i Haninge i Stockholm. Foto: D. Mott 2005.



Figur 25. Figuren visar de biotoper vi inspirerats av i gestaltningen av dagvattenelementen. Förbassängerna (4) är insirerade av havsstränder då markförhållandet förväntas vara det samma. Den tillfälligt våta bassängen (5) är inspirerad av våtmarksvegetation, då den efter nederbörd förväntas ha en synlig vattenyta och vid övrig tid en fuktig markyta.

Illustrationsplan

I gestaltungsforlaget samlas dagvattnet i parkrummet dar det renas och fordrojs i olika dagvattenelement innan det slappas ut i Svindersviken. Tillsammans med vegetationen skapas en mangd bla-grona synergier. I parkens ovre del ligger Tallheden, en stenig slant med tallar som knyter ihop parken med Finnberget. Dar terrangen blir flackare breder Lovangen ut sig pa bada sidor om lokalgatan. I Lovangen

samsas gras och orter med ek, bjork och hassel. Angsmar-kens trad- och buskskikt sakerstaller en hog interception. Fuktangen langst ner mot Svindersviken ar utformad som ett potentiellt oversvamningsomrade med de snabbvax-ande traden daggvide och knackepil, dessa tal perioder av stande vatten och har hog transpiration. Inhemska vax-ter, varav flera aterfinns i omgivningarna, anvands for att

stodja den lokala faunan. Varierade fuktighetsforhallanden i mark och artrika planteringar stodjer den biologiska mangfalden och skapar biotoper som gynnar grod- och kraldjur, insekter, faglar och pollinatorer. Med variations-rikedom och naturlig karaktar skapas ett gestaltungsfor-slag dar vattnet och vegetationen samverkar for att skapa estetiska kvaliteter.

- DAGVATTENELEMENT
1. SVACKDIKE

2. FORBASSANG

3. EXTENSIVT GRONT TAK

4. INTENSIVT GRONT TAK

5. TILLFALLIGT VAT BASSANG

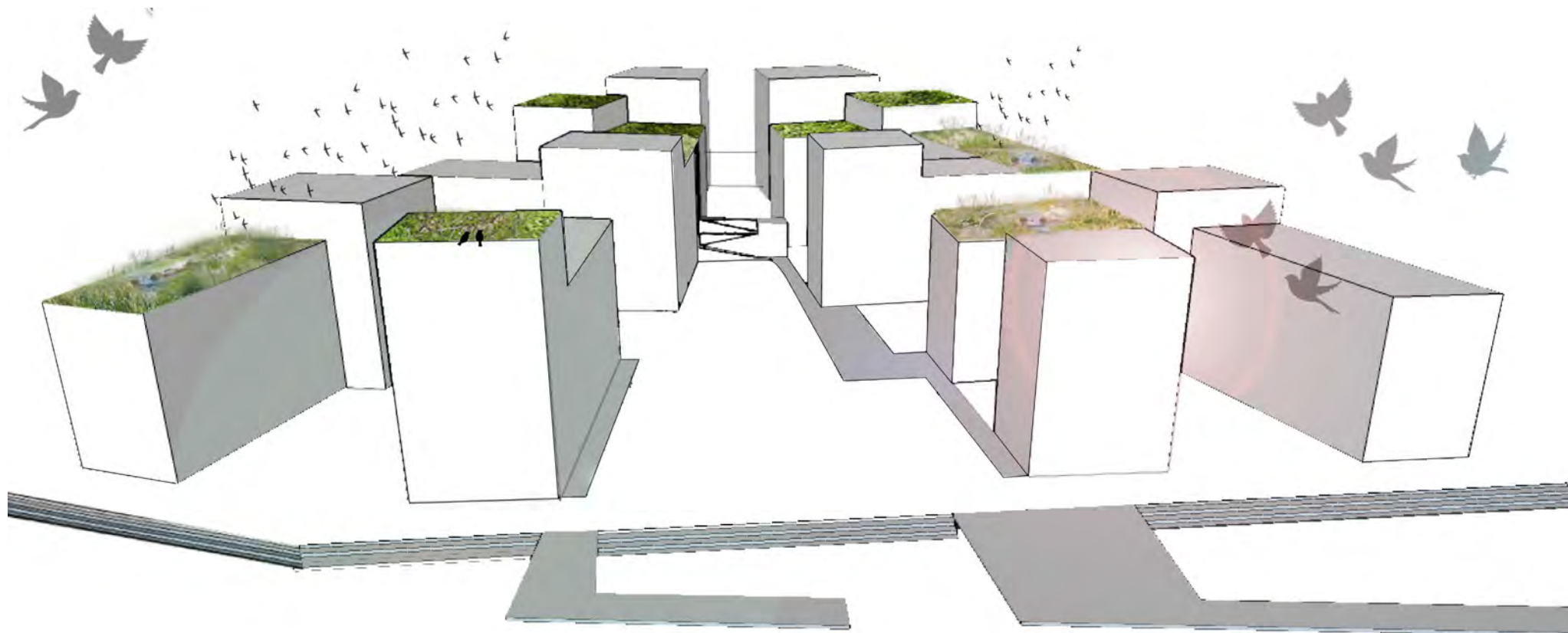
6. REGNTRADGARD



Gröna tak

Nedan visas en illustration över de gröna tak som finns i vårt gestaltungsförslag. På de högre byggnaderna (högst 13 våningar) anläggs extensiva gröna tak där vegetationen består av en hel del mossor. Mossan är bra på att fördröja en stor mängd vatten och klarar av torka bättre än sedum, som annars är vanligt förekommande på extensiva tak, se växter till höger.

På de lägre byggnaderna (5 våningar) anläggs intensiva gröna tak som planteras med bukettapelbuskar, gräs och örter. De anläggs som ekotak vilket betyder att en del av växterna är hämtade från Kvarnholmens flora, se växter till höger. På ekotaken finns även nivåskillnader, sandiga eller steniga partier och små vattensamlingar för att attrahera den lokala faunan.



Växter Extensiva gröna tak

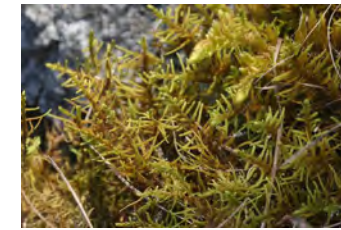


Foto 23. *Abietinella abietina*



Foto 24. *Barbula unguiculata*



Foto 25. *Brachythecium albicans*



Foto 26. *Bryum argenteum*



Foto 27. *Funaria hygrometrica*



Foto 28. *Ptilidium ciliare*

Växter Intensiva gröna tak

Nedan visas några av de växter som ska finnas på de intensiva taken.



Foto 29. *Origanum vulgare*



Foto 30. *Malus toringo* var. *sargentii* Fk Eskilstuna E



Foto 31. *Calamagrostis epigeios*



Foto 32. *Geranium sanguineum*

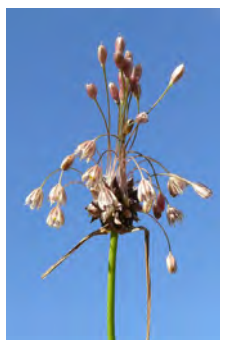
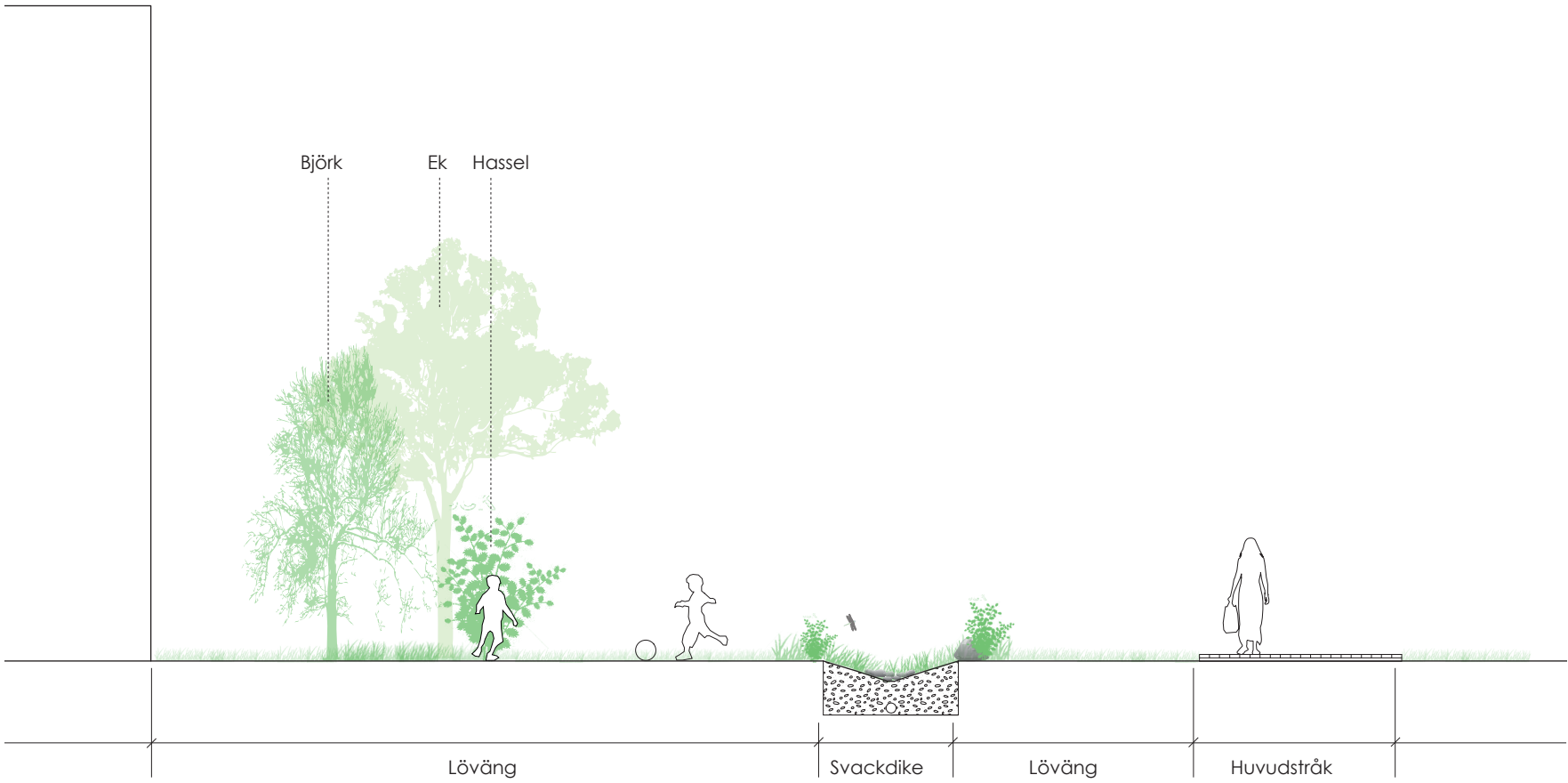


Foto 33. *Allium oleraceum*

Sektion B-B1, Svackdike

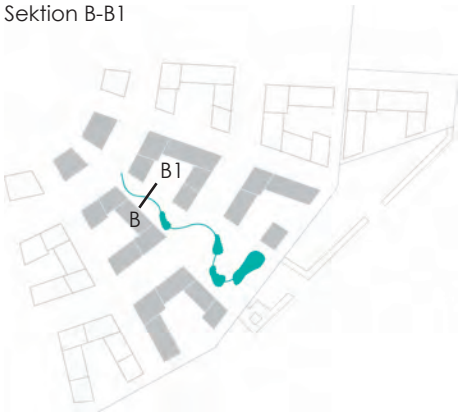
Sektionen visar svackdiket som är uppbyggt med ett underliggande dräneringslager av grus och sand och ett membran i botten för att förhindra infiltration. Dikets främsta uppgift är att transportera vattnet mellan de olika dagvattenelementen. Slänterna är flacka (lutning 1:3) för att förhindra erosion och planteras med buskar, gräs och marktäckande växter, se förslag på växter till höger. De

valda växterna tål både tillfällig översvämning och perioder av torka. För att förhindra slitage planteras lägre buskar som inspringsskydd längs slänternas ovansida. Stenar används både sporadiskt längs dikesslänterna och i botten på diket, vilket syresätter och fördröjer vattnet. Användning av stenar skapar även boplatser och gömställen för djur.



SKALA 1:100

Sektion B-B1



Växter Svackdike



Foto 34. *Hedera helix*



Foto 35. *Symphoricarpos chenaultii*



Foto 36. *Potentilla fruticosa*



Foto 37. *Ribes alpinum*



Foto 38. *Lolium multiflorum* 'Westerwoldicum'



Foto 39. *Festuca rubra*

Sektion C-C1, Förbassäng

Sektionen visar den övre förbassängen i parken. Dagvatten från omgivande tak leds i underliggande rör till bassängen för att fördröjas ytterligare innan det leds vidare ner mot Svindersviken. Förbassängen används vid rening av dagvattnet innan det leds vidare till ett annat dagvattenelement. I den översta förbassängen är behovet av rening dock inte lika stort då dagvattnet som leds dit

kommer från omgivande tak och inte är förorenat. Förbassängen har planterats med växter som har en viktig funktion när det kommer till rening av dagvattnet, vilken sker genom en ökad biologisk omsättning och filtrering i växtens rotzon. Växterna är av havsstrandskaraktär och slänterna kläs med stenar. Genom att använda stenar och vegetation i förbassängen säkras en optimal vattenhastig-

het. De växter som valts kan ses till höger. Förbassängen konstrueras med ett membran i botten för att undvika infiltration.



SKALA 1:200

Växter Förbassäng



Foto 40. *Veronica longifolia*.



Foto 41. *Tripolium vulgare*



Foto 42. *Plantago maritima*



Foto 43. *Tripleurospermum maritimum*



Foto 44. *Ligusticum scoticum*



Foto 45. *Cochlearia officinalis*

Vision för övre delen av parken

Perspektivet är en vision för hur den övre delen av parken kan komma att se ut. Perspektivet är illustrerat med riktningen ner mot Svinderviken. Till höger i bild ser vi hur svackdiket kopplas samman med förbassängen där vattnet fördröjs och renas innan det rinner vidare. Marken omkring svackdiket och förbassängen är inspirerad av lö-

vången. Här växer träden ek och björk. Om försommaren blommar ängen av bland annat prästkragar. Svackdikets öppna dikesfåra och artrika plantering lockar både insekter, fåglar och groddjur. I bakgrunden skymtar regnträdgårdarna som tar hand om det förorenade trafikdagvattnet innan det leds vidare till parkens nedre del.

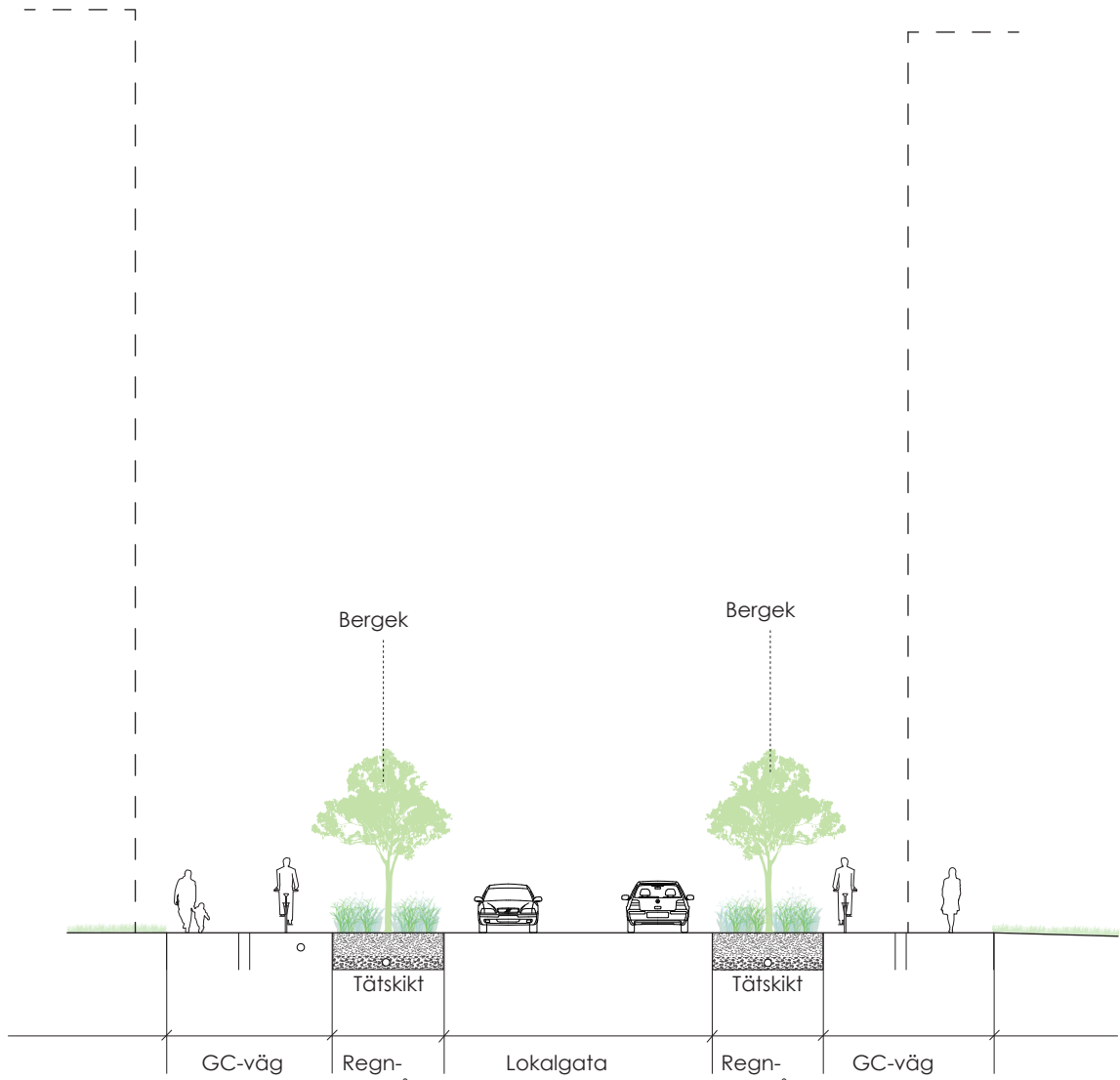
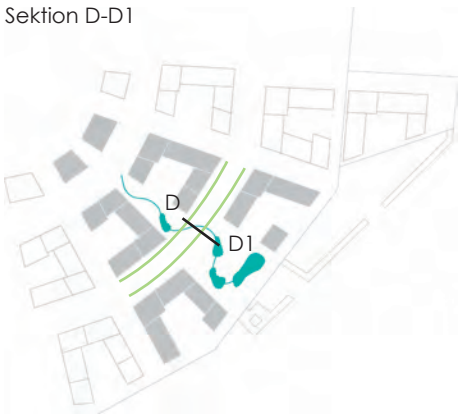


Sektion D-D1, Regnträdgårdar

Sektionen visar den breda regnträdgården som kopplar samman övre och nedre kvarteren. Här används torktålig vegetation samt undervegetation för att minska uttorkning vid torra perioder och samtidigt skapa nya ekologiska nischer för både växter och djur. Trafikdagvattnet leds in i regnträdgården genom ett släpp i kantstenen som löper längs med lokalgatan samt underliggande rör för snabb bottentransport. Regnträdgården byggs upp av

ett lager matjord och under det ett lager med sand eller grus som ökar infiltrationskapaciteten. Då infiltration till grundvattnet inte är tillåtet anläggs ett tätskikt längst ner i botten, regnträdgården fungerar nu endast som ett fördröjningsmagasin. Vegetationen i regnträdgården transpirerar vattnet och har även en god reningseffekt genom att föroreningarna från trafikdagvattnet antingen tas upp av växterna eller binds till sediment innan det leds

vidare till nästa dagvattenelement. Växterna ska tåla såväl vattenmättnad som torka och kalkfattiga förhållanden. De växter som valts för regnträdgårdarna kan ses till höger. Bergek (*Quercus patraea*) har också planterats. Med sina läderartade blad fungerar den bra i stadsmiljöer och klarar perioder med längre torka.



SKALA 1:200

Växter Regnträdgårdar



Foto 46. *Vaccinium corymbosum*



Foto 47. *Alchemilla mollis*



Foto 48. *Juncus effusus*



Foto 49. *Aronia melanocarpa 'Glorie' E*



Foto 50. *Alopecurus pratensis*



Foto 51. *Acorus calamus*

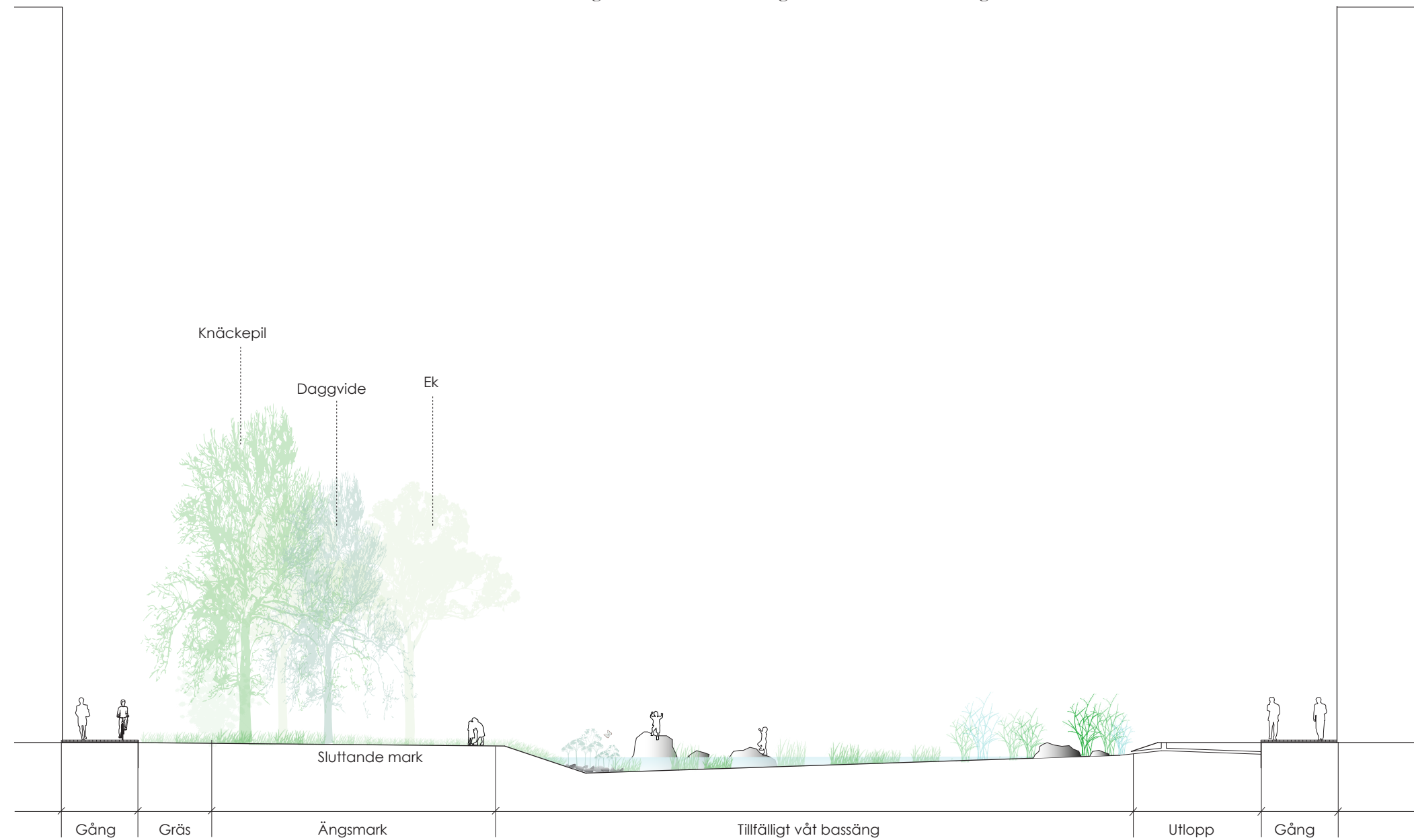


Sektion E-E1, Tillfälligt våt bassäng

Den tillfälligt våta bassängen är den sista uppsamlingsplatsen innan dagvattnet når Svindersviken. Den är utformad som en våtmark med ständigt fluktuerande vattennivå, men som under större delen av året håller ytvatten eller en fuktig markyta. Bassängen planteras med växter av våtmarkskaraktär, se till höger. Den blir ett habitat för många olika växter och djur. Precis som de andra dagvattenele-

menten är den utrustad med ett underliggande dräneringslager och ett membran i botten. Det uppsamlade dagvattnet som tidigare renats i förbassänger och svackdiken leds slutligen genom en strypt avledning till Svindersviken. Vid extrema regn tillåts bassängen svämma över till den omgivande ängsmarken som är inspirerad av en fuktäng med örtrik vegetation med storbladiga och relativt bredbladiga

gräs. Ängsmarken sluttar svagt mot bassängen, dit vattnet sedan kan rinna tillbaka.



SKALA 1:200

Växter Tillfälligt våt bassäng



Foto 52. *Caltha palustris*



Foto 53. *Lemna minor*



Foto 54. *Lychnis flos-cuculi*



Foto 55. *Ranunculus sceleratus*



Foto 56. *Typha angustifolia*

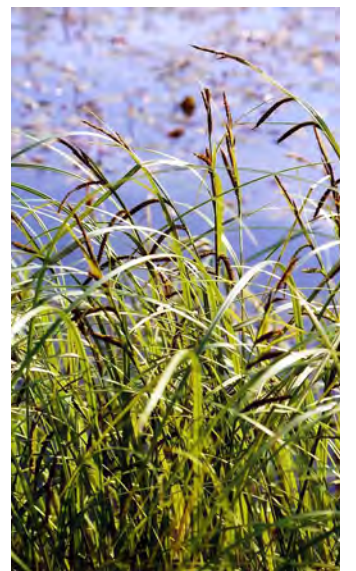


Foto 57. *Carex acuta*

Vison för nedre del av parken

Denna vision ska illustrerar en känsla för hur parken kan se ut en sommarkväll efter ett 100 års regn. Den tillfälligt våta bassängen är fylld med vatten efter gårdagens regn. Trafikvattnet från lokalgatan och takvattnet har renats genom sin färd genom de två förbassängerna för att snart släppas ut i Svindersviken. Vår vision är att parken ska bli

en levande oas med surrande pollinatörer, kvittrande fåglar, kväkande grodor och ett ständigt närvarande sorl från uteserveringen vid kajen. Förhoppningen är att parken ska erbjuda höga upplevelsevärden med sin natur- och våtmarkspräglade miljö som kan locka både människor och djur till Östra Gäddviken.



Diskussion

I diskussionen diskuterar vi kopplingen mellan Del 1 och Del 2, vi diskuterar arbetsprocessen, hur det varit att arbeta två, syftet i relation till vårt uppnådda resultat samt fallstudiens påverkan på Del 1 och på arbetsprocessen. Vi tar även upp funderingar som kommit upp under arbetet och till sist diskuteras klimat-anpassad dagvattenhantering i relation till framtidens hållbara städer och förslag till fortsatt forskning.

Arbetsprocessen

Vi började redan under hösten 2013 fundera ut vad vi skulle skriva om efter att vi kommit överens att göra examensarbetet ihop. Då vi båda ville tillämpa vårt arbete på ett verkligt projekt var vi överens om att vi behövde kontakta landskapsarkitektkontor som drev projekt inom hållbar stadsutveckling. Vi kom på idén att göra en “flyer” som sammanfattade de ämnen vi ville fördjupa oss i under examensarbete. Efter att vi valt ut två företag vi fann intressanta och som stämde in på vad vi ville skriva om åkte vi dit för att presentera våra idéer, vi tänkte att ett personligt möte med företagen skulle resultera i en bättre respons och ett bättre intryck av oss som personer. Vårt initiativ var uppskattat av båda företagen. Besöket resulterade i ett samarbete med Urbio, då de var engagerade i ett samarbete med studenter och hade ett flertal projekt på gång som kunde vara intressanta för oss. Under arbetets gång har vi vid flera tillfällen träffat Urbio för diskussion och presentation av vår gestaltning, vilket har lett till att vi fått synpunkter på våra tankar kring dagvattenhantering och fallstudien. En verklighetsanknytning har ökat vår motivation men samtidigt ökat prestationskravet för att göra ett bra arbete.

Att arbeta två

Att skriva ett examensarbete tillsammans har både för och nackdelar. Vi anser att ett samarbete bidrar till att arbetet drivs framåt då man influeras av den andres engagemang, vilket gör tuffa dagar mindre jobbiga. En annan fördel med att vara två är att det finns någon att bolla idéer med som ofta leder till bra diskussioner och ibland snabba beslut. Det som ligger till grund för ett bra samarbete är att båda har samma mål och ambitionsnivå med examensarbetet. Vi har båda ett stort intresse för dagvattenhantering, tekniska system kopplat till vegetation och gestaltning. Att ensam ta sig an ett examensarbete som innefattar både litteraturstudier, intervjuer och en gestaltning är tidskrävande och nästintill omöjligt att klara av inom tidsramen för examensarbetet. Vårt samarbete gjorde det möjligt att genomföra båda delarna.

De svårigheter vi upplevt under examensarbetets gång, speciellt då man arbetar två, gäller de moment som innefattat framställning av text. Skriver man själv har man överblick av vad som producerats men när man är två kompliceras processen. För att underlätta vår skrivprocess använde vi oss av Google Drive, ett program som möjliggör att båda kan skriva i ett dokument samtidigt. Under själva skrivprocessen har vi bytt texter med varandra kontinuerligt för att läsa och korrigera. Det har gjort att vi undvikit dubbelt arbete och sluppit skriva om samma sak två gånger.

Val av metod

Examensarbetet bestod till en början av insamling av relevant litteratur. Vi har använt oss av Google Drive där vi har samlat material och även skrivit texter vilket har lett till en god överblick av de framarbetade texterna och den insamlade litteraturen. Till en början var vi intresserade av ekosystemtjänster då det har en stark koppling till dagvattenhantering och biologisk mångfald (Ekelund 2007). Vi ville också undersöka hur olika ekosystemtjänster kan stödjas i en gestaltning av ett stadsutvecklingsprojekt. Men då vi efter en månad in i examensarbetet insåg att intresset för vegetation var större samtidigt som informationen kring ekosystemtjänster var svår att avgränsa gjorde vi förändringar i vårt syfte och bestämde oss för att fokusera på vegetation och hur den kan användas tillsammans med dagvattenhantering för att uppnå en klimatanpassning.

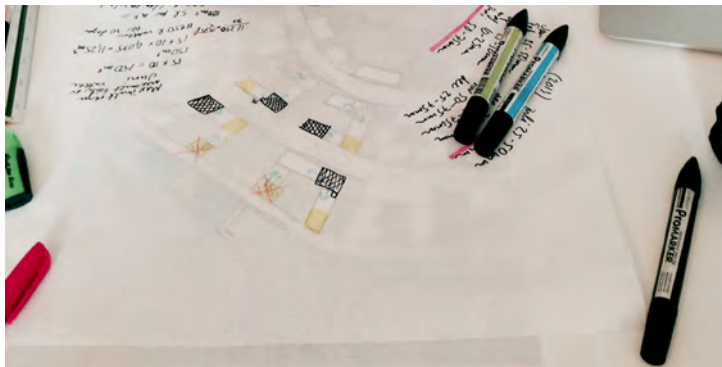


Foto 58. Fotot är taget tidigt i arbetsprocessen då vi dimensionerade mängden dagvatten för området.

Då arbetet till störst del bygger på kunskap som vi endast har introducerats till tidigare under utbildningen använde vi oss av litteraturstudier för att hitta fördjupad kunskap inom ämnet. Eftersom klimatanpassning och klimatanpassad dagvattenhantering är relativt nya begrepp var det svårt att hitta relevant litteratur. Vi har utgått en hel del från rapporter och studier från myndigheter. För att få ytterligare information som passade vårt syfte och som var aktuell och hade anknytning till verkligheten valde vi att göra intervjuer som komplement till litteraturstudierna. Valet av respondenter har därför till viss del påverkat vårt resultat både vad gäller bakgrundsstudien och fallstudien. I mån av tid hade vi kunnat göra intervjuer med fler personer för att få ytterligare information. Hur vi har analyserat och behandlat informationen från litteraturen och intervjuerna har i viss mån också påverkat vårt resultat då vi under arbetets gång haft fallstudien som utgångspunkt. Då arbetet både består av bakgrundsstudier och en fallstudie har vi som arbetsmetod delat in arbetet i två delar vilket vi sedan har låtit bli en struktur för hela arbetet.

Fallstudiens påverkan på arbetsprocessen

Vi har under arbetets gång upplevt svårigheter med att göra ett examensarbete utifrån ett verkligt projekt, då det är under ständig förändring. I jämförelse med verkligheten är examensarbetet i viss mån statiskt då man måste förhålla sig till arbetets syfte och frågeställningar. Även om syftet också ändras med arbetets gång gör tidsramen att det bli svårt att ändra för mycket då den litteratur och de intervjuer man har redan är riktad åt ett håll. Vi har försökt att inte låta ändringar i projektet med Östra Gäddviken styra arbetet alltför mycket. Fallstudien och dess förutsättningar har ändå under ett flertal tillfällen omedvetet påverkat hur vi analyserat och sammanställt information från litteraturstudier och intervjuer. Ett exempel är då fallstudien i början hade inverkan på våra bakgrundsstudier och vilken typ av dagvattenelement vi valde att fokusera på. Hur vi skulle dela in och presentera de olika dagvattenelementen blev problematiskt när vi utgick från fallstudien och vi bestämde oss därför för att

inte låta platsens förutsättningar styra arbetet för mycket, utan valde dagvattenelementen efter syftet med att kombinera dagvattenhantering med vegetation. Därefter fick vi i gestaltungsförslaget tydliggöra att förutsättningarna i Östra Gäddviken gör att man inte kan använda sig av dagvattenelement för just infiltration, om man gör det måste botten tätas med ett membran/tätskit. Då vi istället borde utgå från våra frågeställningar har fallstudien och dess förutsättningar ibland vägt in. Vi tror att detta kan bero på den invanda gestaltungsprocess vi skaffat oss under utbildningen, då vi har för vana att alltid utgå från platsens förutsättningar och utefter det genomföra en gestaltning. Att förhålla sig till en bakgrundsstudie (litteratur + intervjuer) i gestaltning är något vi har liten erfarenhet av från utbildningen. Samtidigt är den väldigt viktig i arbetet med tekniska designelement och dagvattenhantering. Utan litteraturstudier och intervjuer hade vi inte haft mycket att basera vår gestaltning på.

Syfte och uppnått resultat

Att arbeta med vegetation i kombination med dagvattenhantering är svårt eftersom informationen är knapp när det kommer till vilka specifika arter man kan använda för olika dagvattenelement. Detta var en av de utmaningar som Backhaus, Dam och B. Jensen (2011) identifierade och som vi valde att undersöka vidare. Den kunskap vi hittade om vegetation i kombination med dagvattenhantering är spridd och svår att sammanställa inom ramen för examensarbetet. För oss upplevs dock kunskapen om specifika arter mindre relevant för detta arbete. Vi kom fram till att vegetationens roll i dagvattenhanteringen inte bara handlar om specifika arter utan också om vegetationens roll i den naturliga vattenbalansen som helhet. Genom att se på vegetationen ur ett större perspektiv kan man gestalta för att maximalt utnyttja de olika processerna transpiration, interception och infiltration. Dessa processer blir en viktig del i arbetet med att kombinera dagvattenhantering och vegetation. Kanske är detta något som har blivit lite bortglömt under åren, då den litteratur

vi fann kring ämnet av Florgård och Palm är från 1980. Att titta på de miljöer och växtsamhällen som finns i naturen och försöka efterlikna dem är ett sätt som används i många designsammanhang och som också kan fungera när det kommer till dagvattenhantering. Vi ser vårt arbete som ett steg på vägen i att hitta nya sätt att utforma dagvattenhanteringen i stadsmiljöer där vegetationen blir en nyckelfaktor. Vegetationen kan utnyttjas på många sätt genom en medvetenhet i komposition, att ta hänsyn till platsens fysiska förutsättningar samt att ha ett helhetstänk när det kommer till områdets samlade vattenbalans.

Då Boverket (2010 s. 35) pekar på behovet av att hitta andra lösningar för dagvattenhantering än de konventionella anser vi att vår gestaltning är ett exempel på hur detta kan göras. I vårt gestaltningsförslag har vi också uppnått de riktlinjer Nacka kommuns dagvattenpolicy (2010) anger om att dagvatten så tidigt som möjligt bör återföras till det naturliga kretsloppet samt att beakta förväntade klimatförändringar. Riktlinjen om behovet av rening av dagvattnet är något vi tagit fasta på även om Svindersviken är en mindre känslig recipient som enligt Ramböll (2011) i dagsläget har en kemisk status som är klassificerad till ”Uppnår ej god” och fordonstrafiken är begränsad. Enligt Nacka kommuns dagvattenstrategi (Nacka kommun 2010) finns inget krav på rening av dagvatten från lokalgator. Ramböll (2011) menar att vid planering av dagvattenhantering måste hänsyn tas till nuvarande och framtida markanvändning. Då markanvändningen kommer ändras tror vi även att antalet fordon kommer att öka. Därmed drar vi slutsatsen att ifall trafikbelastningen ökar och miljökraven skärps bör rening av trafikvattnet ske. För att dagvattenhanteringen ska bli klimatanpassad och hållbar har vi gestaltat så att vattnet ska hinna renas innan det släpps ut i recipienten. Detta genom att ta hand om det förorenade trafikdagvattnet och leda det genom förbassänger som enligt Københavns Kommune (2011c) är effektiva när det kommer till just rening av trafikdagvatten och samtidigt minskar vattnets hastighet som är lämpligt med tanke på områdets topografiska förutsättningar. Den

tredje riktlinjen vi har arbetat efter handlar om att planeringen för dagvatten ska ske långsiktigt och beakta förväntade klimatförändringar (Nacka kommun 2010). Då vi vid dimensionering av dagvattnelement har tagit hänsyn till klimatdata för framtida regn samt extremscenarier och gestaltat därefter anser vi att vi uppnår en lösning som har tagit klimatförändringarna i beaktning. En osäkerhetsfaktor är att kunskapen om klimatförändringarna och deras utveckling uppdateras ständigt och därmed även anpassningsarbetet, vilket påpekas i Klimat - och sårbarhetsanalysen gjord av Länsstyrelsen i Stockholms län (2011). Dessutom är samhället i ständig utveckling ekonomiskt, demografiskt och tekniskt. Därför finns det alltid en osäkerhet i hur mycket vatten som kan behöva tas om hand. Det är därför viktigt att ha i åtanke vilka områden som kan tänkas översvämmas om det skulle komma mer regn än förväntat, och planera därefter.

Återkoppling till frågeställningarna

Hur klimatanpassning kan kopplas till dagvattenhantering har varit en central fråga och något vi har diskuterat ett flertal tillfällen under arbetets gång. Definitionen som Länsstyrelsen i Stockholms län (2011 s. 15) använder sig av *“... ta hänsyn till klimatförändringarna, minska vårt beroende av sårbara system, kunna hantera negativa konsekvenser och samtidigt dra nytta av möjligheterna”* är den definition vi utgått från i arbetet eftersom den har ett brett angreppssätt som spänner över olika ämnesområden. Vi har försökt applicera det tankesättet på vårt gestaltningsförslag genom att visa hur de negativa konsekvenserna av klimatförändringarna, som ökad risk för översvämning, kan hanteras genom att leda vattnet till naturliga lågpunkter och de gröna ytorna. Med en genomtänkt utformning och passande dagvattnelement kan grönytor och vegetation dra nytta av vattnet och synergieffekter skapas istället för att låta vattnet ansamlas på “fel” ställen där det orsakar skada på byggnader och infrastruktur.

Hur synergieffekterna biologisk mångfald och upplevelsevärden kan uppnås då man gestaltat dagvattenhanteringen

tillsammans med vegetation har var vår nästa fråga. Synergieffekter kan vara många och bestå av olika faktorer, inte bara de vi har valt att undersöka inom ramen för detta arbete. När det kommer till begreppet synergieffekter valde vi att utgå ifrån Nationalencyklopedins (2014) definition av synergi: *”samverkan mellan två eller flera faktorer som, positivt eller negativt, påverkar en process på ett sådant sätt att den sammanlagda verkan av faktorerna blir större än summan av verkningarna av faktorerna var för sig”*. I vårt arbete har vi valt att undersöka synergieffekterna biologisk mångfald och upplevelsevärden, då vi anser att dessa har en koppling till öppen dagvattenhantering. Vi tror även att det hade varit intressant att undersöka hur sociala och ekonomiska synergieffekter är kopplade till användandet av vegetation i dagvattenhanteringen, vilket är ett förslag till vidare studier.

Vad som bidrar till att en design har upplevelsevärden och ett estetiskt värde anser vi subjektivt då det handlar om ens personliga åsikt om vad som är en tilltalande design. En undersökning på befintliga projekt kopplade till upplevelsevärdena och dagvattenhantering hade utökat förståelsen kring dessa i vår gestaltning, men i och med att synergier inte hörde till vårt huvudsyfte som var att *”... sammanställa och fördjupa kunskap om hur man kan använda vegetation i dagvattenhanteringen för att klimatanpassa stadsmiljöer, samt att genom ett gestaltningsförslag för dagvattenhanteringen i en stadsdel visa hur det i praktiken kan se ut.”*, valde vi att inte prioritera en sådan undersökning. Vi kan även dra slutsatsen att de synergieffekter vi undersökt indirekt är kopplade till varandra. Med det menar vi att den biologiska mångfalden och upplevelsevärdena på ett eller annat sätt är kopplade till varandra. Gynnar man den biologiska mångfalden i gestaltningen av dagvattnelement gynnar man även upplevelsevärden om designen utförs på ”rätt” sätt. För att designa på ett rätt sätt bör man vara införstådd med människans upplevelse av den urbana miljön.

För att uppnå variationsrikedom kan man som Gustavsson och Ingelög (1994 s. 112) skriver skapa artrika plante-

ringar genom att variera mark och fuktighetsförhållandena vilket i sin tur gynnar den biologiska mångfalden. Gynnas den biologiska mångfalden hjälper vi också naturen att motstå klimatförändringar (Ekelund 2007). Om vi kommer att uppnå synergieffekter i vårt gestaltningsförslag för Östra Gäddviken är svårt att utvärdera i detta skede, då förslaget måste bli verklighet för att kunna utvärderas. Vi anser att vi har lämnat plats och förutsättningar för att uppnå synergieffekterna biologisk mångfald och upplevelsevärden i vårt förslag. Andra tillägg krävs för att vårt gestaltningsförslag ska bli komplett, till exempel sociala funktioner där plats ges för rekreation och lek.

Reflektion kring fallstudien och gestaltningsförslaget

Fallstudien omfattar ett stadsbyggnadsprojekt som på många sätt är komplext på grund av platsens extrema topografi och historiska markanvändning. Detta försvårar ny exploatering och hanteringen av dagvattnet. Marken i Östra Gäddviken består av tidigare industrimark och är enligt Nacka kommun (2005) kraftigt förorenad. Därmed tilläts ingen infiltration till grundvattnet trots att en sanering av marken kommer göras. Detta påverkade valet av dagvattnelement i vårt gestaltningsförslag, då vi fick utesluta de dagvattnelement som tillåter infiltration, alternativt föreslå åtgärder för att undgå infiltration, som ett underliggande membran/tätskikt. Exploatering av nya områden påverkar, som tidigare nämnts, den hydrologiska balansen på många sätt och leder till att vattnet inte kan infiltrera på ett naturligt vis. I vårt gestaltningsförslag har vi i enlighet med vår målsättning och vårt koncept försökt efterlikna den naturliga vattenbalansen för att minska exploateringsens effekter på den hydrologiska balansen. Att i vår gestaltning inspireras av den naturliga vattenbalansen har varit ett arbetssätt som har hjälpt oss i valet av dagvattnelement, vegetation och i att ta fram ett koncept för vår gestaltning. De svårigheter vi har stött på är det faktum att vi som landskapsarkitekter inte är

införstådda med de tekniska lösningar som ligger bakom dagvattenhanteringen. Det blir speciellt tydligt då man ser till de översiktliga flödesberäkningarna vi har gjort. Denna typ av flödesberäkningar görs sällan eller inte alls av landskapsarkitekter utan av VA-ingenjörer och med hjälp av datorprogram. Då vi är bekanta med principer för hur man manuellt kan räkna på flöden tack vare kurser i hållbar dagvattenhantering vid Köpenhamns universitet ville vi ändå ta oss an uppgiften att göra grova beräkningar för dimensioneringen av dagvattenelementen och de gröna taken. Osäkerheten i beräkningarna blir dock stor då de studier vi tittat på (SMHI 2012 och SVU 2012) innehåller inbördes osäkerhet eftersom de är baserade på klimatscenarier. Vi anser ändå att dessa flödesberäkningar har gett oss en uppfattning om hur vi borde utforma dagvattenhanteringen och varit nödvändiga för att framställa ett gestaltningsförslag som uppfyller målet om att klimatanpassa dagvattenhanteringen. Att genomföra dessa beräkningar har bidragit till insikten som Stahre (2008) påpekar - vikten av samarbete mellan olika discipliner för att uppnå en hållbar dagvattenhantering. Under examensarbetet har vi också haft den tid och möjlighet som krävs för att konsultera experter från olika discipliner. Vi har kunnat ta in kunskap och synpunkter från fastighetsägare, kommunen, sakkunniga inom växtval, miljö och vatten samt andra erfarna landskapsarkitekter som är vana att arbeta med klimatanpassning och hållbart stadsbyggande.

Planeringsprocessen

Som tidigare nämnt menar Delshammar och Fors (2010) att dagvattenhantering kan implementeras med relativt små medel bara den integreras i tidiga skeden av ett projekt. Det man kan fråga sig då är vad ett tidigt skede innebär? I det här arbetet anser vi att vi kommer in i ett tidigt skede i processen eftersom detaljplanen inte har påbörjats och någon dagvattenutredning ännu inte gjorts. Detta medför både för- och nackdelar i arbetet med att ta fram ett gestaltningsförslag. Det har gjort att vi kunnat vara friare och mer innovativa i vår design, samtidigt som

risken att framtida detaljplanebestämmelser inte går i linje med det vi har föreslagit är stor. Hur beroende gestaltningen blir av en kommande dagvattenutredning kan också ifrågasättas, då det i de dagvattenutredningar som behandlats i vår fallstudie (Ramböll 2011 och 2013) redan framgick vilka lösningar och vilka dagvattenelement som skulle användas för att ta hand om vattnet. Kanske är det så att det hämmar vidare gestaltning och innovativa lösningar av dagvattenhanteringen? Men om ett översiktligt gestaltningsförslag för dagvattenhanteringen arbetas fram innan eller i samband med detaljplanen kan platsens förutsättningar, som befintliga och planerade grönytor och områdets topografi, utnyttjas för att hitta platser där dagvattnet kan tas om hand. Vi anser att vår fallstudie är i ett passande skede som faktiskt möjliggör detta. Det betyder att en klimatanpassad dagvattenhantering kan implementeras på platsen utan att man behöver kompromissa för mycket med övrig byggnation. Med det vill vi understryka vikten av att landskapsarkitekter bör komma in tidigt i planeringsprocessen, särskilt när det gäller att hitta möjligheterna för en klimatanpassad dagvattenhantering.

Teori kontra praktik

I praktiken ligger fokus ofta på tekniska lösningar och hur det rent praktiskt ska fungera att bygga efter ett gestaltningsförslag. Fokus är då naturligt riktat till platsens förutsättningar, vilket inte riktigt är fallet i ett examensarbete. Ett exempel är rening av trafikdagvattnet som enligt Christian Carlsson¹⁴ landskapsarkitekt på Urbio har varit huvudsyfte för projektet Östra Gäddviken, men som inte har varit huvudsyftet i vårt arbete. Detta skapar en konflikt mellan teori och praktik, som har varit nyttig för oss att hantera. Det är också svårt att dra gränsen mellan vad som är landskapsarkitektens roll och ”uppgift” då dagvattenhantering ofta handlar om tekniska lösningar. Då vi har ett stort intresse även för de tekniska frågorna har vi haft svårt att enbart göra en gestaltningsorienterad lösning för hanteringen av dagvattnet. Kan det vara så att gränserna mellan vad en ingenjör och en landskapsarkitekt gör allt mer suddas ut i jakten på de mest hållbara och klima-

tanpassade lösningarna? Som i så många andra fall blir landskapsarkitektens roll ofta att ha en helhetssyn, men för att ha det krävs i detta fall även en insikt i de tekniska lösningarna, till exempel dimensionering av dagvattenelement.

Framtidens klimatanpassning - förslag till fortsatt forskning

Då medeltemperaturen kommer stiga och en förlängd växtsäsong väntar behövs fortsatt forskning om vilken vegetation som kan väljas för att klara av dessa påfresteringar. Vad klimatförändringarna har för påverkan på vegetationen och konsekvenser för oss landskapsarkitekter i valet av växter har undersökts i det här arbetet, men behövs undersökas vidare. Vissa arter gynnas av ett varmare klimat medan andra missgynnas och drabbas av sjukdomar och skadedjur. Eken är ett exempel på en art som gynnas av ett varmare klimat (Ekelund 2007) därmed kommer även många av de arter som är knutna till eklandskapet också att gynnas, många av dessa är dessutom rödlistade. Samtidigt menar Ekelund (2007) att granen förväntas få svårare att överleva i stadsmiljö och då spridningen av ek är beroende av nötskrikan som i sin tur är beroende av granen är framtiden osäker för eken och därmed de arter som är knutna till eken. Detta är ett exempel på hur viktigt det är att ta med ekosystemtjänsterna i beräkningen när man bedömer och planerar för klimatförändringar, men ännu är kunskapen inom detta område begränsad. Att koppla ekosystemtjänster till dagvattenhanteringen och vegetation är, som tidigare nämnt, något vi funderade på att undersöka i början av examensarbetet. Dock är det ett mycket komplext ämne där det behövs mer forskning för att det ska kunna tillämpas i landskapsarkitekturen och stadsplaneringen.

Ett mer extremt väder i kombination med den urbana miljön där föroreningar finns i både luft och vatten leder till att valmöjligheterna minskar när det kommer till att hitta växter som klarar denna typ av miljö. För att behålla

och stärka den variation och mångfald av den vegetationen som finns i dagens urbana miljöer kan ett sätt vara att skapa olika växtsamhällen och biotoper där de försättningsvis kan trivas. I vårt gestaltningsförslag har vi använt oss av olika biotoper för att skapa miljöer där olika arter kan klara av att leva. Det gör att valmöjligheten när det kommer till växter blir större vilket därmed ökar variationsrikedomen och den biologiska mångfalden. Ett viktigt steg i arbetet med detta är att klargöra hur dessa naturliga biotoper mer konkret kan efterliknas och tillämpa den kunskapen då vi utformar våra städer. För att åstadkomma det behövs inblick i hur naturliga biotoper är uppbyggda, vilka processer som är nödvändiga för att upprätthålla dem samt hur vi kan efterlikna dem. Det kräver i sin tur mer insyn i ekologi och biologi vilket återigen understryker vikten av att olika discipliner samverkar. För att hitta de lösningar som skapar framtidens hållbara städer behöver vi fortsatt forskning kring detta, men också hur vi kan applicera den här typen av forskning på faktiska projekt. Först då kan vi uppmärksamma de utmaningar och förverkliga de möjligheter som klimatförändringarna innebär.

¹⁴ Christian Carlsson, landskapsarkitekt på Urbio. Personligt möte 6 maj 2014.

Slutord

Resultatet av detta arbete har blivit starten på en resa för att finna fler innovativa dagvattenlösningar som kan hantera klimatförändringarna. Vi strävar efter att hitta de lösningar där man kan utnyttja klimatförändringarnas effekter genom att se dem som möjligheter. Att använda vegetation i hanteringen av dagvatten är ett ämne som vi tror landskapsarkitekter kommer få möjlighet att arbeta mycket mer med i klimatanpassningen av våra städer. Som landskapsarkitekt har man en mycket viktig roll i att ta vara på de förutsättningar där synergier kan utvecklas. Lyckas vi med det skapas platser där både människor och natur kan leva tillsammans.

Referenser

Backhaus, A., Dam, T. and B. Jensen, M. (2011) *Stormwater management challenges as revealed through a design experiment with professional landscape architects*.
University of Copenhagen, Centre for Forest, Landscape and Planning, Frederiksberg, Danmark.

Backhaus, A. och Jensen, M.B. (2010) *Lokal afledning av regnvand*. Grönt miljö nr 3/2010. Danmark: Danske Anlægsgartnere, ProVerte A/S.

Berggren-Bärring, A. & Grahn, P. (1995). *Grönstrukturens betydelse för användningen*. Alnarp : Sveriges lantbruksuniversitet SLU. Inst för landskapsplanering

Boverket (2007). *Landskapets upplevelsevärden - vilka är de och var finns de?*
Tillgänglig: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/landskapets_upplevelsevarden.pdf [2014-06-10]

Boverket (2010). *Mångfunktionella ytor - klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*.
Boverket: mars 2010.

Boverket (2012). *Vision för Sverige 2025*. Boverket: november 2012.

BrownRoofs.co.uk (u.å) *Green Roofs and Brown Roofs*. Evergreen Roofgardens Ltd.
Tillgänglig: (<http://brownroofs.co.uk>) [2014-04-29]

Dalton, D. (2010) *Storm Water Detention Pond - Management Considerations*. Oak Ridge National Laboratory.

Delshammar, T. och Fors, H. (2010). *Gröna och blå strukturer för en hållbar stadsutveckling*.
(Rapport 2010:16). Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet, Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap.

Ekelund, N., 2007. *Effekter på den biologiska mångfalden av ett förändrat klimat*.
Stockholms Stads handlingsplan mot växthusgaser. Miljöförvaltningen Stockholms stad.

Fernandez-Canero, R. och Gonzalez-Redondo, P. (2010). *Green Roofs as a Habitat for Birds: A Review*. Journal of Animal and Veterinary Advances 9 (15) ss. 2041-2052. Medwell Journals 2010.

Fletcher, T. D., Andrieu, H. och Hamel, P. (2012). *Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art*. Advances in Water Resources 51 ss. 261–279. Elsevier Ltd.

Florgård, C. och Palm, R. (1980) *Vegetationen i dagvattenhanteringen*.
Naturvårdsverket. Stockholm: LiberTryck

Gustavsson, R. och Ingelög, T. (1994) Det nya landskapet: kunskaper och idéer om naturvård, skogsodling och planering i kulturbygd. Jönköping: Skogsstyrelsen.
Harboe T (2013). *Grundläggande metod. Den samhällsvetenskapliga uppsatsen*. Glerups utbildning AB.

Hedfors P (2009). *Urban naturmark i landskapet - en syntes genom landskapsarkitektur*. (Rapport 2009:3). Uppsala: Institutionen för stad och land.

Hunter, M. R och Hunter, M. D. (2008). *Designing for conservation of insects in the built environment*. Insect Conservation and Diversity (2008) nr 1, ss 189-196. The Royal Entomological Society.
IPCC, 2013: *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
Jordbruksverket (uå). *Åkrar, småbiotoper och gårdsmiljöer*. Jordbruksverket, Jönköping.

Kaplan, R. Kaplan, S. & Ryan, R. (1998). *With people in mind: Design an management of everyday nature*. Washington, D.C.:Island press

Klingberg N (2013). *Vattenparkens växtgestaltning - hur dagvattenhantering och rekreation kan kombineras*. Examensarbete vid landskapsarkitektprogrammet, Alnarp. Uppsala 2013: Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur.

Kristoffersson A, Sjögren J och Östberg J (2013). *Ekonomisk värdering av urbana träd - Alnarpsmodellen*. Rapport 2013:13.Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet

Kvarnholmen Utveckling AB (KUAB), (2014). *Det här är Kvarnholmen*.
Tillgänglig: <http://www.kvarnholmen.com/kvarnholmen-2/> [2014-03-18]

Københavns Kommune (2011a). *Våde bassiner og damme*. Københavns Kommune, december 2011.

Københavns Kommune (2011b). *Toerre bassiner*. Københavns Kommune, december 2011.

Københavns Kommune (2011c). *Forbassiner*. Københavns Kommune, december 2011.

Københavns Kommune (2011d). *Regnbede*. Københavns Kommune, december 2011.

Københavns Kommune (2011e). *Render og Groefter*. Københavns Kommune, december 2011.

Københavns Kommune (2011f). *Groennetage*. Københavns Kommune, december 2011.

Lagerström T. (1986). *Svenska Frökällor för långsiktig odlingssäkerhet*. Viola 13.

Länsstyrelsen i Stockholms län (2011). *Stockholm – varmare, blötare*. Klimat- och sårbarhetsanalys för Stockholms län. Rapport 2011:28. Stockholm.

Matschoss-Falck, E. (2013). *Lokalt ombändertagande av dagvatten i Västerås - möjligheter till ökad användning i innerstads-områden*. Institutionen för geovetenskaper, Luft- vatten- och landskapslära vid Uppsala universitet, Uppsala 2013.

Movium (uå). *Plantarum*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarps Trädgårdslaboratorium.
Tillgänglig: <http://plantarum.slu.se/showplant.aspx?plantid=715&nav=plantdetails> [2014-04-24]

Nacka kommun (2005). *Program för detaljplaner, Kvarnholmen, Hästholmssundet, Östra Gäddviken*. Planenheten Nacka kommun.

Nacka kommun (2008). *Dagvattenstrategi för Nacka kommun*. Nacka: Nacka kommun.

Nacka kommun (2010). *Dagvattenpolicy*. Nacka: Kommunstyrelsen.

Nationell plattform (2010) *Klimatanpassning i Sverige – en översikt*. Linköping.

Nationalencyklopedin (2014). *Synergier*.
Tillgänglig: <http://www.ne.se/synergism/321879> [2014-04-04]

Naturhistoriska riksmuseet (1998a). *Den virtuella floran*.
Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/welcome.html> [2014-04-25]

Naturhistoriska riksmuseet (1998b). *Fuktängar*. Den virtuella floran.
Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/fukt.html> [2014-04-25]

Naturhistoriska riksmuseet (1998c). *Hedtallskog*. Den virtuella floran.
Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/tall.html> [2014-04-24]

Naturhistoriska riksmuseet (1998d). *Klippor och stenstränder*. Den virtuella floran.
Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/klipp.html> [2014-04-25]

Naturhistoriska riksmuseet (1998e). *Lövängar*. Den virtuella floran.
Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/lovang.html> [2014-04-25]

Naturskyddsföreningen Nacka. (2010) Upptäck naturen i Nacka. Naturskyddsföreningen i Stockholms län.

Naturvårdsverket (2014). *Småvatten och våtmark i jordbruksmark*. Beskrivning och vägledning för biotopen Småvatten och våtmark i jordbruksmark i bilaga 1 till 1998:1252.

Ramböll (2011). *Dagvattenutredning, Kvarnholmen DP 4*. Kvarnholmen Uvecklings AB, Slutlig version 2011-05-19, Stockholm.

Ramböll (2013). *Dagvattenutredning, Kvarnholmen DP 5*. Kvarnholmen Uvecklings AB, Stockholm 2013-04-19.

SMHI (2012). *Extrem nederbörd i Sverige under 1 till 30 dygn, 1900-2011*. Meteorologi Nr 2012-143.

SMHI klimatdata (2014). *Klimatscenarier*.
Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/Framtidens-klimat/Klimatscenarier/2.2252/2.2264?area=swe&var=n&sc=rcp85&seas=ar&dnr=0&sx=0&sy=0#area=swe&dnr=99&sc=rcp85&seas=ar&var=n> [2014-02-17]

Stahre (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden*. VA SYD.

Statens offentliga utredningar (SOU) (2006). *Översvämningshot, risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern*. Rapport 2006:94. Delbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. Stockholm, Statens Offentliga Utredningar.

Stockholms läns landsting (SLL) (2013). *Ekosystemtjänster i Stockholmsregionen*. Rapport 2013:3.

Stockholms stad (2010). *Promenadstaden, Översiktsplan för Stockholm*. Stockholm: Stadsbyggnadskontoret i samarbete med Z:CO.

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) (2011). *Plan B - hantering av översvämnningar i tätorter vid extrema regn*. Rapport 2011-03. Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) (2012). *Regnintensitet i europa med fokus på Sverige - ett klimatförändringsperspektiv*. Rapport nr 2012-16. Svenskt Vatten AB.

Veg Tech (2014). *Sedumtak - gröna tak*.
Tillgänglig: <http://www.vegtech.se/grona-tak---gardar/sedumtak---grona-tak/> [2014-04-01]

Urbio (2013). *Gäddviken och Hästholmssundet*. Vision, parallellt uppdrag 2013-10-02. [opublicerad].

Örebro kommun (2010). *Ta hand om dagvattnet - råd till dig som ska bygga*. Örebro kommun: Informationsavdelningen 2010-05-05.

Intervjuer

Birgitta Held-Paulie, programansvarig miljöbevakning Nacka kommun, Miljöenheten Nacka. Telefonintervju 2014-03-13.

Christian Carlsson, landskapsarkitekt på Urbio. Personligt möte 2014-05-06, Stockholm.

Eva Vall, Projektledare Stockholm Vatten AB. Personligt möte, 2014-03-12, Stockholm.
Ida Niklasson, projektutvecklare Kvarnholmen Utvecklings AB, Nacka. Personligt möte 2014-03-12, Nacka.

Tom Eriksson Universitetslektor och fil.dr i botanik. Docent i ekologi och miljövard. Sveriges Lantbruks-universitet, Ultuna. Personligt möte, 2014-03-17, Uppsala.

Figurförteckning

1. Johanna Petersson (2014). Efter Florgård och Palm 1980 s. 11
2. Johanna Petersson (2014). Efter B. Jensens föreläsning *Urban water systems & challenges related to landscape based stormwater management* i kursen Urban ecosystems and services, 5 september 2012
3. Johanna Petersson (2014). Efter Florgård och Palm 1980 s 11
4. Sofia Sjödin (2014). Efter Florgård och Palm 1980 s. 21
6. Sofia Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011a
7. Sofia Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011b
8. Sofia Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011b
9. Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011c
10. Sofia Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011d
11. Sofia Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011e
12. Sofia Sjödin (2014). Efter Københavns Kommune 2011e
13. Johanna Petersson (2014). Efter Backhaus & B. Jensen 2010

14. Johanna Petersson (2014). Efter Backhaus & B. Jensen 2010

17. Johanna Petersson (2014). Efter Urbio 2013.

18. Sofia Sjödin (2014). Efter Urbio 2013.

Foto

2. Wikimedia commons 2009, PD-PDPHOTO.ORG.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rain_drops_2_bg_20090606.jpg [2014-05-17]
CC0 1.0 <http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>
4. Wikimedia commons 2006.
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Quercus_petraea_02.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 2.5 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.en>
8. Christian Fischer 2008, Wikimedia commons.
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Bergrör#mediaviewer/Fil:CalamagrostisEpigejos.jpg> [2014-05-20]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
9. Prazak 2006, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lycnis_viscaria7.jpg [2014-05-20]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
10. Bernd Haynold 2007, Wikimedia commons.
http://species.wikimedia.org/wiki/Allium_oleraceum#mediaviewer/File:Allium_oleraceum_010807.jpg [20140520]
CC BY-SA 2.5 <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/>
11. Ivar Leidus 2013, Wikimedia commons.
http://sv.wikipedia.org/wiki/Blodnäva#mediaviewer/Fil:Geranium_sanguineum_-_verev_kurereha.jpg [20140520]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
12. Darkone 2005, Wikimedia commons.
http://sv.wikipedia.org/wiki/Blåmunkar#mediaviewer/Fil:Berg-Sandglöckchen_Jasione_montana.jpg [20140520]
CC BY-SA 2.5 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

13. Bouba 2013, Wikimedia commons.
http://sv.wikipedia.org/wiki/Kaukasiskt_fetblad#mediaviewer/Fil:Sedum_spurium.jpg [20140520]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
15. Kvarnholmen utveckling AB (KUAB) (2014).
<http://www.kvarnholmen.com/kvarnholmen-2/> [2014-03-18]
19. Mikael Lindberg, Länsstyrelsen i Uppsala län.
20. Veg Tech 2014.
<http://www.vegtech.se/park---landskap/angsvegetation/fotogalleri/> [2014-05-21]
21. Veg Tech 2014.
<http://www.vegtech.se/vaxter-for-vattenmiljoer/fotogalleri/> [2014-05-21]
22. Daniel Mott 2005, Wikimedia commons.
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vatmark.jpg> [2014-05-17]
CC BY-SA 2.5 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.en>
23. Hermann Schachner 2009, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abietinella_abietina_7355.jpg [2014-05-21]
CC0 1.0 http://en.wikipedia.org/wiki/Public_domain
24. Kristian Peters 2006, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barbula_unguiculata.jpeg [20140521]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
25. Kristan Peters 2007, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brachythecium_albicans.jpeg [20140521]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
26. Michael Becker 2005, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bryum_argenteum_2005.03.29_15.52.55.jpg [20140521]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
27. Kristan Peters 2007, Wikimedia commons.
http://sv.wikipedia.org/wiki/Spåmossa#mediaviewer/Fil:Funaria_hygrometrica.jpeg [20140521]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
28. Mejdlowiki 2008, Wikimedia commons.
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ptilidium_ciliare\(L\)-Brvitec_chlupatý1.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ptilidium_ciliare(L)-Brvitec_chlupatý1.jpg) [20140521]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
29. Tim Waters 2006, Flickr.
<http://www.flickrriver.com/photos/tim-waters/185587213/> [20140521]
CC BY-NC-ND 2.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>
30. Kurt Stüber 2004, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Malus_toringo_sargentii0.jpg [20140521]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
31. Christian Fischer 2008, Wikimedia commons.
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Bergrör#mediaviewer/Fil:CalamagrostisEpigejos.jpg> [20140520]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
32. Ivar Leidus 20013, Wikimedia commons.
http://sv.wikipedia.org/wiki/Blodnäva#mediaviewer/Fil:Geranium_sanguineum_-_verev_kurereha.jpg [20140520]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
33. Bernd Haynold 2007, Wikimedia commons.
http://species.wikimedia.org/wiki/Allium_oleraceum#mediaviewer/File:Allium_oleraceum_010807.jpg [20140520]
CC BY 2.5 <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/>
34. Cargado por Sannicolasdeugarte 2010, Wikimedia commons.
http://es.wikipedia.org/wiki/Hedera_helix#mediaviewer/Archivo:Hojas_de_Hedera_helix.jpg [2014-05-18]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
35. Timo Müller 2013, Wikimedia commons.
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gebüsch3.JPG> [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
36. Siebrand 2006, Wikimedia commons.
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Ölandstok#mediaviewer/Fil:Potentilla-fruticosa.JPG> [2014-06-09]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
37. Denis Prevot 2010, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ribes_alpinum_Aureum_-_Floraison2.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>

38. Cargado por Rasbak 2005, Wikimedia commons.
http://es.wikipedia.org/wiki/Lolium_multiflorum#mediaviewer/Archivo:Westerwolds_raagras_Lolium_multiflorum.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
39. Thomas Mathis 2005, Wikimedia commons
http://sv.wikipedia.org/wiki/Rödsvingel#mediaviewer/Fil:Festuca_rubra.JPG [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
40. Cillas 2009, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Veronica_longifolia_1.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
41. Tallentanut Aroche 2004, Wikimedia commons.
http://fi.wikipedia.org/wiki/Meriasteri#mediaviewer/Tiedosto:Aster_tripolium3.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
42. Cwmhiraeth 2011, Wikimedia commons.
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plantago_maritima.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
43. Jamesn Bryant 2008, Wikimedia commons. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tripleurospermum_maritimum_Borth.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
44. Stemonitis 2008, Wikimedia commons.
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ligusticum_scoticum.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
45. Karelj 2012, Wikimedia commons.
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cochlearia_officinalis_Prague_2012_1.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
46. Oleg Bosyy 2013, Wikimedia commons.
http://en.wikipedia.org/wiki/Cochlearia_officinalis#mediaviewer/File:Cochlearia_officinalis_Prague_2012_1.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
47. Anneli Salo 2005, Creative commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alchemilla_mollis_Jättipoimulehti_H6144_C.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
48. Meggar 2008, Creative commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alchemilla_mollis_Jättipoimulehti_H6144_C.jpg [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
49. Kjeannette 2005, Creative commons.
<http://www.flickr.com/photos/38395710@N07/4070422381/> [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
50. James K. Lindsey 2004, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aronia_melanocarpa_HabitusFruitsLeaves_BotGardBln0906a.JPG [2014-07-07]
CC BY-SA 2.5 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.en>
51. Mike Quinn, 2010 Creative commons.
<http://www.geograph.org.uk/photo/2337625> [2014-05-17]
CC BY-SA 2.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>
52. Téléversé par Pernak 2007, Wikimedia commons.
http://fr.wikipedia.org/wiki/Populage_des_marais#mediaviewer/Fichier:Blatouch_bahen%C3%AD.JPG [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
53. Doug Feldt 2005, Creative commons.
<https://www.flickr.com/photos/dougfelt/93469674/> [2014-05-17]
CC BY-NC-SA 2.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>
54. Anne Burgess 2002, Creative commons.
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ragged_Robin_\(Lychnis_flos-cuculi\)_-_geograph.org.uk_-_217132.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ragged_Robin_(Lychnis_flos-cuculi)_-_geograph.org.uk_-_217132.jpg) [2014-05-17]
CC BY-SA 2.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.en>
55. H. Zell 2009, Creative commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ranunculus_scleratus_001.JPG [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
56. Le.Loup.Gris 2011, Creative commons.
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typha_angustifolia_\(habitus\)_1.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typha_angustifolia_(habitus)_1.jpg) [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
57. Christian Fischer 2005, Creative commons.
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Starrslåttet#mediaviewer/Fil:CarexAcuta.jpg> [2014-05-17]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

Karta

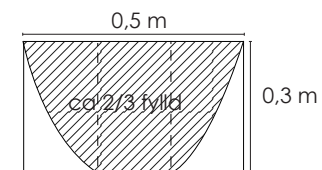
3. Stockholms stadsarkiv 2013, Wikimedia commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nacka_1912.jpg [2014-07-07]
CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>

BILAGA 1

Flödesberäkning



A. Svackdike
Längd: 27,8m



$$(0,5/3)*2=0,33 \text{ m}$$
$$0,33*0,3=0,1 \text{ m}^2$$
$$27,8*0,1=2,8 \text{ m}^3$$

Total volym: 2,8 m³

B1. Regnträdgård längs lokalgata
1m bred 1m djup

Längd: 171 m

$$\text{Volym: } 171*1*1= 171\text{m}^3$$

Jordens porositet: 15% (Matschoss-Falck 2013)

$$171*0,15= 25,65 \text{ ca } 26\text{m}^3$$

B2. Regnträdgård längs lokalgata

3 m bred 1m djup

Längd: 42,2m

$$\text{Volym: } 42,2*3*1=126,6 \text{ m}^3$$

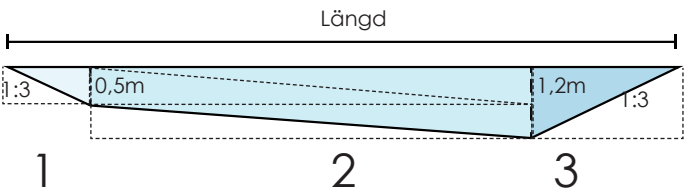
Jordens porositet: 15% (Matschoss-Falck 2013)

$$126,6*0,15= 18,99 \text{ ca } 19\text{m}^3$$

Total volym regnträdgårdar: 45 m³

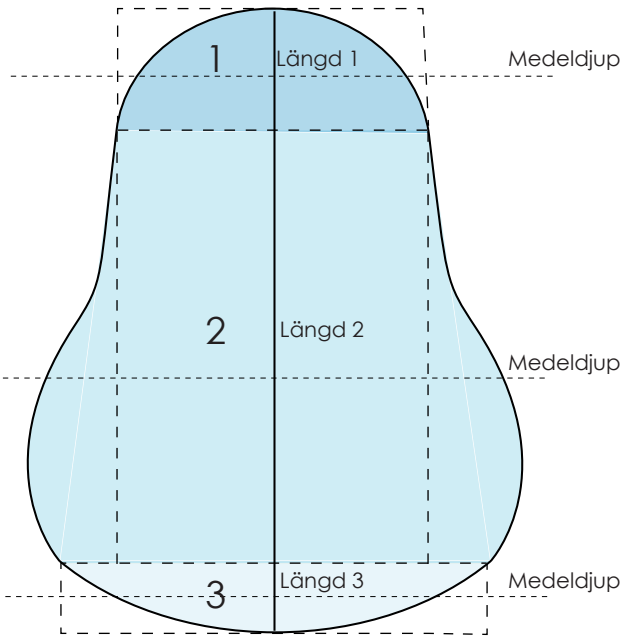
BILAGA 1

Förbassäng principskiss och sektion



Då bassängerna är försedda med slänter har vi räknat ut vilken mängd vatten som får plats.
Följande gäller för delarna 1, 2 och 3.

- 1 kan fyllas med 1/2 vatten
- 2 kan fyllas med 3/4 vatten
- 3 kan fyllas med 1/2 vatten



C. Förbassäng (medelbredd*längd*medeldjup)
1: $3,7*3,6*1,2= 15,98\text{ m}^3$
 $15,98*(1/2)=\mathbf{7,99\text{ m}^3}$

2: $3,8*8*1= 30,4\text{ m}^3$
 $30,4*(3/4)= \mathbf{22,8\text{ m}^3}$

3: $5,1*1,5*0,5=3,825\text{ m}^3$
 $3,825*(1/2)=1,9125\text{ m}^3$
total volym: $32,7025\text{ m}^3 = \text{ca } 33\text{ m}^3$

D. Förbassäng
1: $3,3*3,6*1,2=14,256\text{ m}^3$
 $14,256\text{ m}^3 *(1/2)= \mathbf{7,128\text{ m}^3}$

2: $3,3*8,7*1*=28,71\text{ m}^3$
 $28,71*(3/4)=\mathbf{21,53\text{ m}^3}$

3: $6,4*1,5*0,5*=4,8\text{ m}^3$
 $4,8*(1/2)=\mathbf{2,4\text{ m}^3}$
total volym: $31,058\text{ m}^3 = \text{ca } 31\text{ m}^3$

E. Förbassäng
1: $4,5*3,6*1,2= 19,44\text{ m}^3$
 $19,44*(1/2)=\mathbf{9,72\text{ m}^3}$

2: $4,5*9,2*1*= 41,4\text{ m}^3$
 $41,4*(3/4)=\mathbf{31,05\text{ m}^3}$

3: $7,1*1,5*0,5*=5,325\text{ m}^3$
 $5,325*(1/2)=\mathbf{2,6625\text{ m}^3}$
total volym: $43,4325\text{ m}^3 = \text{ca } 43\text{ m}^3$

F. Tillfälligt våt bassäng
1: $7,1*3,6*1,2=30,672\text{ m}^3$
 $30,672*(1/2)=\mathbf{15.336\text{ m}^3}$

2: $7,1*21,3*1=151,23\text{ m}^3$
 $151,23*(3/4)=\mathbf{113,4225\text{ m}^3}$

3: $9,7*1,5*0,5=7,275\text{ m}^3$
 $7,275*(1/2)=\mathbf{3,6375\text{ m}^3}$
total volym: $132,396\text{ m}^3 = \text{ca } 132\text{ m}^3$

BILAGA 2 - intervjuvfrågor

Birgitta Held-Paulie, programansvarig miljöbevakning Nacka kommun Miljöenheten Nacka.

Vad är prio ett vid dagvattenhanteringen för Östra Gäddviken? Fördröjning eller rening, eller både och?

Vi har hört att man ska undvika att leda för mycket vatten ner i Svindersviken för att det kan röra upp förorenade botensediment, stämmer det?

Kommer det gå att infiltrera ner till grundvattnet efter sanering?

Hur ser dagens dagvattenavrinning ut över DP6? Finns det något bra underlag vi kan få ta del av?

Har det gjorts någon inventering över vegetationen på Kvarnholmen?

Eva Vall, Projektledare Stockholm Vatten AB.

Vad innebär de pågående klimatförändringarna, som ökad nederbörd totalt sett och intensivare regn under sommaren för dagvattenhanteringen i Stockholm?

Vad innebär klimatförändringen för just fördröjning av dagvattnet?
Vad är viktigast att tänka på när man utformar en anläggning som har som huvudsyfte att fördröja dagvattnet?

Vad finns det för hinder idag för att tillämpa en klimatanpassad dagvattenhantering?

Vi har läst i flera rapporter att man dimensionerar dagvattenelement och ledningar för ett 10-års regn och det verkar vara ett standardmått. Är detta tillräckligt om man vill skapa en dagvattenhantering som är anpassad efter pågående och framtida klimatförändringar?

När/i vilket skede borde integrering av dagvattenhantering i stadsplaneringsprojekt ske?

Hur påverkar förorenat dagvatten en mindre känslig recipient om det släpps rätt ut utan vare sig rening eller fördröjning? Hur skiljer sig detta från om man använder sig av LOD?

Vilka är för- och nackdelarna med att använda LOD? Är LOD tillräckligt för att hantera ett förändrat klimat?
Kan du ge något/några förslag på goda respektive mindre bra exempel på platser där man använt sig av LOD i Stockholm?
Vad utmärker dessa?

Marken i området där vi ska gestalta dagvattenelement är uppbyggd av fyllnadsmassor. Är det vanligt att man infiltrerar dagvatten i fyllnadsmassor eller bör det ledas bort i ledning eller till recipient?

I vilken mån finns beroenden mellan olika typer av dagvattensystem? Hur kan det påverka vilka åtgärder man gör för att skapa en klimatanpassad dagvattenhantering?

Hur ser du på att man i en gestaltning försöker skilja på förorenat vatten (från t ex väg) och “rent” vatten (från t ex tak) genom att avleda åt olika håll/till olika typer av dagvattenelement? VISA SKISS

Vad har avlopp för dagvatten för kapacitet att avleda dagvatten under ett dygn?

Har du någon erfarenhet av gröna tak?

Har du någon erfarenhet av “känsliga” recipienter som påverkas av för höga tryck ifrån avlopp?

Ida Niklasson, projektutvecklare Kvarnholmen Utvecklings AB, Nacka.

Vilket skede är ni i nu?

Hur ser arbetet ut med framtagandet av en Dagvattenutredning för området?

Hur skiljer sig den här delen av Kvarnholmen mot resterande på andra sidan?

Får dagvatten infiltrera? Är området sanerat? Skall det saneras?

Hur ser du på att Kvarnholmen klimatanpassas efter ett 10 års regn?

Finns det någon värdefull natur inom området?

Tom Eriksson Universitetslektor och fil.dr i botanik. Docent i ekologi och miljövärd. Sveriges Lantbruksuniversitet, Ultuna.

Vad är det viktigaste att ha i åtanke i valet av växter för ett förändrat klimat vilket innebär torrare och varmare somrar med korta, intensiva regn? Blötare och mildare vintrar.

Vad innebär en förlängd växtsäsong för valet av vegetation (träd buskar perenner)?

Vad ska man tänka på vid valet av vegetation vid gestaltning av dagvattenelement? t ex grönt tak, damm, dike, översilningsyta.

Vad har växternas fysiologi för betydelse för deras vattenupptagningsförmåga? (Torktålighet? Transpiration?)

BILAGA 2 - intervjuvfrågor

“Författarna hävdar även att artvalet har en liten betydelse för lokalt omhändertagande av dagvattnet (LOD) under väl dränerande förhållanden. Däremot påpekar de att om grundvattenytan stiger och växterna måste växa i stående vatten så blir artvalet allt mer betydelsefullt.”

Vad har du för åsikt i detta? De föreslår klibbal, glasbjörk och gråal som alternativa val av träd i ett sådant skede, har du något mer exempel?

Hur länge kan växter som inte är anpassade för det klara sig i stående vatten?

Finns det någon nytta med att använda sig av inhemska arter vid gestaltning av dagvattenhantering jmf. med exotiska arter?

Finns det några fördelar/nackdelar med att använda inhemska växter, vad skulle det då vara?

Har det någon betydelse om man väljer inhemska arter jmf. med exotiska arter om målet är att främja den biologiska mångfalden?

Vad tror du om att efterlikna naturliga biotoper i den urbana miljön? Till exempel en ekskog?

Har du några erfarenheter av gröna tak?

Vad tror du om att använda sig av mossor på gröna tak? (Är det lätt att de torkar ut?)

Det vatten som rinner av från gröna tak, hur är dess kvalitet?

Skulle det gå att bevattna stadsodlingar med det?

Hur påverkar valet av växter hur mycket näring som behövs tillföra ett grönt tak? Vi tänker oss att jordens näringsinnehåll lakas ut med tiden.

Skulle man slippa gödsla om man till exempel lät löv från buskar ligga kvar och förmultna på taket?

Vilka träd tror du skulle passa bra i en skelettjord?

Hur tror du att växter påverkas av trafikföroreningar i som kommer med dagvattnet? (T ex förkortad livslängd osv.)

Det område vi ska gestalta står inför ett högt exploateringstryck, vilket medför att dagvattnet måste renas innan det släpps ut till recipient. Ur växtmaterial synpunkt, finns det växter som är bättre på att “rena” vatten än andra?